



# ***INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL MANEJO DEL CIANURO***

## ***Guía de Implementación***

### ***Para el Código Internacional para el Manejo de Cianuro***

[www.cyanidecode.org](http://www.cyanidecode.org)

**Diciembre de 2016**

Se considera que el Código Internacional para el Manejo del Cianuro (de aquí en más «el Código»), así como otros documentos y fuentes de información a los que se hace referencia en [www.cyanidecode.org](http://www.cyanidecode.org) son fuentes fidedignas que han sido preparadas de buena fe, a partir de la información que han tenido razonablemente disponible los redactores. No obstante, no se garantiza la precisión o exhaustividad de cualquiera de estos documentos o fuentes de información. No se garantiza la aplicación del Código, los documentos adicionales disponibles o los materiales a los que se hace referencia para evitar riesgos, accidentes, incidentes, o lesiones a trabajadores y/o miembros del público, en cualquier sitio específico donde se extraiga oro o plata desde el mineral, mediante el proceso de cianuración. El cumplimiento del presente Código no tiene por objeto, ni reemplaza, infringe o altera de modo alguno los requerimientos de cualquier estatuto específico de jurisdicción nacional, del estado o local, ley, regulación, ordenanza, o cualquier otro requerimiento relacionado con las cuestiones incluidas en el presente. El cumplimiento del presente Código es totalmente voluntario y no está destinado ni pretende crear, establecer o reconocer ningún tipo de obligación o derecho legalmente ejecutable para los signatarios del presente, sus partidarios o cualquier otra parte participante.

# Índice

	Página
Introducción	1
Principio 1, Producción	
• Norma de Procedimiento 1.1	2
Principio 2, Transporte	
• Norma de Procedimiento 2.1	2
• Norma de Procedimiento 2.2	3
Principio 3, Manipulación y Almacenamiento	
• Norma de Procedimiento 3.1	4
• Norma de Procedimiento 3.2	5
Principio 4, Operaciones	
• Norma de Procedimiento 4.1	8
• Norma de Procedimiento 4.2	10
• Norma de Procedimiento 4.3	11
• Norma de Procedimiento 4.4	13
• Norma de Procedimiento 4.5	13
• Norma de Procedimiento 4.6	15
• Norma de Procedimiento 4.7	16
• Norma de Procedimiento 4.8	17
• Norma de Procedimiento 4.9	18
Principio 5, Desmantelamiento	
• Norma de Procedimiento 5.1	19
• Norma de Procedimiento 5.2	20
Principio 6, Seguridad del Trabajador	
• Norma de Procedimiento 6.1	21
• Norma de Procedimiento 6.2	21
• Norma de Procedimiento 6.3	23
Principio 7, Respuesta ante Emergencias	
• Norma de Procedimiento 7.1	25
• Norma de Procedimiento 7.2	26
• Norma de Procedimiento 7.3	27
• Norma de Procedimiento 7.4	27
• Norma de Procedimiento 7.5	28
• Norma de Procedimiento 7.6	29
Principio 8, Capacitación	
• Norma de Procedimiento 8.1	30
• Norma de Procedimiento 8.2	30
• Norma de Procedimiento 8.3	31
Principio 9, Diálogo	
• Norma de Procedimiento 9.1	32
• Norma de Procedimiento 9.2	32
• Norma de Procedimiento 9.3	32

## INTRODUCCIÓN

Los signatarios del Código Internacional para el Manejo del Cianuro se comprometen con los siguientes Principios y Normas del Código en el uso del cianuro. Las Normas de Procedimiento indicadas en cada Principio del Código establecen metas y objetivos de desempeño que debe lograr una operación a fin de recibir la certificación de cumplimiento con el Código.

Los medios específicos para implementar el Código descritos en este documento de guía no son obligatorios para que una operación pueda recibir la certificación de cumplimiento con el Código. Una operación puede lograr la certificación si puede demostrar que sus métodos alcanzan las metas de desempeño indicadas en la Norma de Procedimiento.

Este Documento puede ser un instrumento útil para todos los interesados, ya que describe un método aceptable que logra las metas de desempeño establecidas en las Normas de procedimiento.

**1. PRODUCCIÓN: Fomentar la manufacturación responsable del cianuro, mediante la compra del producto a fabricantes que operen de manera segura y con conciencia medioambiental.**

*• Norma de Procedimiento 1.1*

Comprar cianuro de aquellos fabricantes que utilicen las prácticas y procedimientos apropiados para limitar la exposición de sus trabajadores al cianuro y para prevenir escapes de cianuro al medio ambiente.

*Guía*

Muchos fabricantes de cianuro son miembros del Programa de Cuidado Responsable del Consejo Internacional de Asociaciones Químicas, que promueve la adopción de Códigos de Procedimientos para limitar la exposición de los trabajadores al cianuro y para prevenir, controlar y responder ante escapes de cianuro al medio ambiente. La mayoría de los fabricantes de cianuro prestan mucha atención a la gestión de productos y emplean sistemas, procedimientos y prácticas de manejo para lograr estas metas. Los signatarios del Código pueden cumplir una función significativa instando a los productores de cianuro a actuar de manera responsable y a comprar cianuro a fabricantes que hayan firmado el Código y cuya planta de producción haya recibido certificación en cuanto a que cumple con los Principios del Código y con las Prácticas de Producción.

Las disposiciones principales de compra de una compañía pueden verse interrumpidos por problemas de producción o transporte que escapen a su control, y en ocasiones puede ser necesario comprar cianuro de otras fuentes durante un período limitado para garantizar la producción continua. Las operaciones deben incluir los mismos requisitos en todos los contratos establecidos con distribuidores y productores secundarios de cianuro.

El contrato con un distribuidor independiente de cianuro debe exigir que el distribuidor entregue cianuro que haya sido producido en instalaciones cuyo cumplimiento con el Código esté certificado. Debe también entregarse una certificación o documentación de cadena de custodia en que se señale que el cianuro entregado a una operación fue efectivamente producido por el fabricante indicado.

**2. TRANSPORTE: Proteger a las comunidades y el medio ambiente durante el transporte de cianuro.**

*• Norma de Procedimiento 2.1*

Establecer líneas claras de responsabilidad en cuestiones de seguridad, protección, prevención de escapes, capacitación y respuestas de emergencia, mediante acuerdos escritos establecidos con fabricantes, distribuidores y transportistas.

*Guía*

Las operaciones deben establecer acuerdos por escrito con productores, distribuidores y transportistas de cianuro, en que se designen las responsabilidades específicas por cada aspecto del transporte del cianuro. Deben abordarse los siguientes puntos (según corresponda para el tipo de transporte):

1. Embalaje y etiquetado en los idiomas necesarios para identificar el material según lo exija la jurisdicción gubernamental por donde pase el envío.
2. Almacenamiento previo al envío,
3. Evaluación y selección de rutas para reducir riesgos, con participación de la comunidad en el proceso,
4. Almacenamiento y seguridad en los puertos de entrada,
5. Cargas, descargas y almacenamiento intermedio durante el envío,
6. Transporte al lugar de operación,
7. Descarga en el lugar de operación,
8. Agregado de tintura colorante a cianuro líquido de alta concentración antes de la entrega en la operación minera, y agregado de tintura colorante a cianuro sólido antes o al momento de la mezcla.
9. Seguridad y mantenimiento de los medios de transporte (por ejemplo aviones, buques, vehículos, trenes, etc.) a lo largo de todo el traslado,
10. Capacitación de los transportistas y encargados de la manipulación en lo que respecta a las tareas y la seguridad durante todo el transporte,
11. Seguridad durante todo el transporte,
12. Respuesta ante emergencias durante todo el transporte.

En el caso de los envíos internacionales, el embalaje y el etiquetado deben adherirse a las Recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas (conocidas como el Libro Naranja), publicadas por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas.

El acuerdo por escrito debe también especificar que las responsabilidades asignadas se extienden a subcontratistas del fabricante, distribuidor o transportista o de la operación en el área de transporte.

#### *Norma de Procedimiento 2.2*

Exigir que los transportistas de cianuro implementen planes y adopten aptitudes de respuesta ante emergencia adecuados, y que tomen las medidas pertinentes para el manejo del cianuro.

#### *Guía*

Si bien puede no tener control directo sobre el proceso de transporte de cianuro, se espera que una operación minera haga esfuerzos razonables por garantizar que el transportista y cualquier subcontratista que participe en el transporte de cianuro, asigne prioridad a las consideraciones de salud, seguridad y medio ambiente al transportar cianuro a la mina.

Las operaciones deben exigir en sus contratos de transporte de cianuro que el transportista firme el Código y haga que sus actividades de transporte de cianuro reciban certificación en cuanto a que cumplen con los Principios y las Prácticas de Transporte del Código.

Para más información, consulte:

- Protocolo de Auditoría de Transporte del Cianuro,  
[http://www.cyanidecode.org/sppdf/Transport%20Protocol\\_SP.pdf](http://www.cyanidecode.org/sppdf/Transport%20Protocol_SP.pdf)

- Principios para el Almacenamiento, la Manipulación y la Distribución de Cianuros Alcalinos; Grupo del Sector de Cianuros, Consejo de la Industria Química Europea (CEFIC), mayo de 2000, Revisión 1
- Carrier Safety: Motor Carrier Assessment Protocol; American Chemistry Council (ex Chemical Manufacturers Association), enero de 1994
- Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local en el Transporte (TransAPELL); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Informe Técnico No. 35, 2000
- Organización Marítima Internacional, Código para Mercancías Peligrosas
- Organización Internacional de Aviación Civil, Instrucciones Técnicas para el Transporte de Mercaderías Peligrosas , ECOSOC de las Naciones Unidas
- Recomendaciones para el Transporte de Mercaderías Peligrosas de las Naciones Unidas (conocido como el Libro Naranja), ECOSOC de las Naciones Unidas

**3. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO: Proteger a los trabajadores y el medio ambiente durante la manipulación y el almacenamiento del cianuro.**

*Norma de Procedimiento 3.1*

Diseñar y construir instalaciones para la descarga, el almacenamiento y mezclado que estén en consonancia con prácticas de ingeniería sólidas y aceptadas, procedimientos de control y garantía de calidad, prevención de derrames y medidas de contención de derrames.

*Guía*

En la medida de lo factible, las zonas de descarga y almacenamiento de cianuro sólido y líquido deben estar ubicadas lejos de asentamientos humanos y aguas superficiales. Debe evaluarse el potencial de escapes al agua superficial y/o de situaciones en que las personas se vean expuestas al cianuro asociadas con el lugar de almacenamiento, y la operación debe implementar las precauciones necesarias para prevenir o minimizar este potencial. Entre las medidas de protección pueden contarse sensores y alarmas automáticos para gas de cianuro de hidrógeno, estructuras de contención mejoradas o adicionales y procedimientos de emergencia específicos para notificación, evacuación, respuesta y saneamiento. Además, muchos fabricantes de cianuro tienen pautas para el diseño, la construcción y la operación de instalaciones de descarga y almacenamiento que pueden ser útiles para implementar esta práctica.

La descarga de cianuro líquido debe realizarse en una superficie de hormigón para impedir que las filtraciones salgan al medio ambiente. Debe haber implementados sistemas y procedimientos para abordar la recuperación potencial de escapes de solución, el saneamiento del suelo contaminado y las posibles fallas de los camiones cisternas para proteger el agua superficial y subterránea. Debe establecerse un método para prevenir el llenado excesivo de los tanques de almacenamiento de cianuro (distinto de la observación directa y de la varilla de medición manual), como un indicador de nivel automático, una alarma de nivel alto o un dispositivo de cierre de válvula integrado de tanque y camión.

Las áreas de almacenamiento del cianuro deben estar bien ventiladas para prevenir la acumulación de gas de cianuro de hidrógeno. Deben implementarse medidas como el

almacenamiento bajo techo y alejado del suelo o en recipientes seguros a fin de minimizar el potencial de contacto del cianuro con el agua. El cianuro debe almacenarse en un área segura donde se prohíba el acceso al público, como dentro de los límites cercados de la operación/planta o dentro de una área aparte cercada y con llave. El cianuro no debe almacenarse con ácidos, oxidantes fuertes, explosivos, alimentos, alimento para animales, productos de tabaco o cualquier otro material incompatible. Pueden usarse bermas, muros de contención de tierra, paredes u otras barreras que prevengan el mezclado del cianuro con estos elementos.

Los tanques de almacenamiento y mezclado de cianuro deben ubicarse en una superficie de hormigón para prevenir la filtración al subsuelo. Deben emplearse dispositivos de contención secundarios para contener todo escape de los tanques y para prevenir el contacto de las precipitaciones con el cianuro. También deben establecerse disposiciones para la recuperación y el regreso al proceso de cianidación o para la eliminación adecuada de toda agua contaminada o filtración de cianuro.

Los dispositivos de contención secundarios utilizados con este propósito deben construirse hormigón, asfalto, plástico u otros materiales que hayan demostrado ofrecer una barrera competente. Los dispositivos de contención, que pueden incluir varios dispositivos conectados mediante tuberías, deben tener un tamaño que permita contener un volumen de filtración mayor que el del tanque más grande del sistema de contención, de las tuberías que drenen hacia el dispositivo de contención, y deben tener capacidad adicional para el episodio de tormenta de diseño. Deben implementarse procedimientos para prevenir la descarga al medio ambiente de cualquier solución del proceso o de precipitaciones contaminadas con cianuro que se recolecten en un área de contención secundaria.

Las operaciones deben emplear procedimientos de control de calidad y de garantía de calidad en la construcción de cimientos, tanques de almacenamiento y mezclado, instalaciones de manipulación de la solución y dispositivos de contención, a fin de asegurar que se hayan logrado los objetivos de diseño. Deben mantenerse los registros que documenten que se han acatado estos procedimientos.

Los tanques de almacenamiento y mezclado de cianuro y las tuberías relacionadas deben construirse o revestirse con materiales compatibles con el cianuro y las condiciones de pH alto. Debe señalarse claramente que los tanques y las tuberías contienen cianuro, y debe indicarse la dirección del flujo en las tuberías. Esto debe hacerse usando etiquetas, señales u otras marcas claramente legibles. En algunas jurisdicciones existen también códigos cromáticos normalizados para tanques de cianuro y tuberías que contienen cianuro.

### *Norma de Procedimiento 3.2*

Operar las instalaciones de descarga, almacenamiento y mezclado utilizando inspecciones, mantenimiento preventivo y planes de contingencia para prevenir o contener escapes y para controlar y responder a la exposición de los trabajadores.

### *Guía*

La descarga, el almacenamiento y el mezclado de cianuro en una operación entraña el uso de soluciones concentradas de cianuro y sales de cianuro sólido y, por lo tanto, existe el potencial de

exposición de los trabajadores y de escapes al medio ambiente de concentraciones potencialmente tóxicas de cianuro. El empleo de prácticas y procedimientos adecuados durante estas actividades es fundamental para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, para prevenir escapes y para responder efectivamente ante cualquier situación de exposición o escape.

Las operaciones deben redactar e implementar una serie escrita de procedimientos diseñados para prevenir o controlar exposiciones y escapes durante actividades de descarga, almacenamiento y mezclado de cianuro. Estos procedimientos pueden ser en la forma de un manual de operaciones, procedimientos operativos convencionales, listas de verificación, documentos de capacitación u otros formatos escritos, con tal que aborden los elementos que se indican a continuación, según corresponda para el sitio y sus actividades de descarga, almacenamiento y mezclado.

Los procedimientos deben incluir instrucciones para operar todas las válvulas y los acoplamientos, y los requisitos para el uso de equipos de protección personal. Los procedimientos para manejar cianuro sólido deben incluir medidas para garantizar que los recipientes no se rompan ni perforen, y describir los límites para el apilado de recipientes. Los procedimientos de mezclado deben incluir técnicas para minimizar la generación de gas de cianuro de hidrógeno, prevenir la pérdida de cianuro sólido y garantizar que la manipulación y la eliminación de recipientes vacíos de cianuro se realice en concordancia con el Código.

En los casos en los que la operación recibe cianuro en forma sólida y lo mezcla en una solución en el lugar, la solución de cianuro de alta concentración resultante debe contener tintura colorante en una concentración que permita una identificación visual clara para una diferenciación clara con otras soluciones o el agua de lluvia que puedan estar presentes. Para los fines de agregado de tintura, una solución de cianuro de alta concentración se define como una solución con una concentración mínima de 15% de cianuro.

Las operaciones deben crear procedimientos de contingencia para responder ante incidentes de escapes y de exposición de trabajadores que puedan ocurrir durante la descarga, el mezclado y el almacenamiento de cianuro. Estos planes deben abordar los temas identificados en el Principio 6, Seguridad de los Trabajadores, y en el Principio 7, Respuesta ante Emergencias, y deben incorporarse en el Plan de Respuesta ante Emergencias general de la operación.

Al menos dos individuos deben también estar presentes al descargar cianuro líquido, de manera que uno pueda responder de inmediato en caso de una exposición. Estos individuos, que pueden ser de la operación o de la empresa de transporte, deben estar capacitados en los procedimientos de descarga utilizados en el sitio, además de en los procedimientos correspondientes de respuesta ante emergencias por exposición de trabajadores y de la comunidad y por escapes al medio ambiente. Durante la descarga de cianuro líquido, puede utilizarse el monitoreo remoto por video en lugar de un segundo “observador”.

Al menos dos individuos deben también estar presentes al mezclar cianuro con agua, a menos que se utilice un sistema automatizado o un sistema de monitoreo por video. Deben seguirse atentamente los procedimientos recomendados del fabricante de cianuro para procedimientos de mezclado u otros similares específicos del sitio, a fin de minimizar la posibilidad de exposición



de los trabajadores. El pH del agua de mezclado debe ser suficientemente alto para minimizar la generación de gas de cianuro de hidrógeno. El pH exacto requerido en una operación determinada dependerá de la concentración de cianuro en la solución, de la composición química del agua y de los controles de ingeniería incorporados al sistema de mezclado.

Deben tenerse fácil acceso a equipos de primeros auxilios y de respuesta ante emergencias específicos para el cianuro para uso en lugares de descarga, almacenamiento y mezclado, lo que incluye agua con alto pH para la descontaminación de trabajadores que resulten expuestos, oxígeno, aparato de reanimación y equipos de protección personal adecuados. También debe disponerse de un antídoto para la intoxicación con cianuro. Sin embargo, si bien cualquier persona puede administrar oxígeno y/o nitrito de amilo, sólo el personal médico certificado puede administrar antídotos intravenosos. También debe contarse con un medio de comunicación o notificación, como radio, teléfono o sistema de alarma, a fin de pedir ayuda en caso de una exposición. Los trabajadores que se desempeñan en labores de descarga, almacenamiento y mezclado deben ser capacitados en el uso de equipos de rescate de emergencia y en los procedimientos de primeros auxilios para responder ante exposiciones al cianuro, según se indicó en el Principio 8, Capacitación.

También debe tenerse fácil acceso a equipos de neutralización y limpieza de derrames en los puntos de descarga, almacenamiento y mezclado. Esto puede incluir agua para la limpieza de derrames de cianuro líquido, palas para la limpieza de derrames de cianuro sólido, y sustancias químicas para tratar o neutralizar cianuro y suelos contaminados con cianuro, además de equipos de protección personal específicos para el cianuro. Consulte en la Guía la Norma de Procedimiento 7.5 acerca del tratamiento del cianuro. El personal que se desempeña en actividades de descarga, almacenamiento y mezclado debe recibir capacitación en los procedimientos de la operación para responder a derrames de cianuro, lo que incluye notificaciones, limpieza y detoxificación.

Debe hacerse una inspección habitual de las áreas de almacenamiento, tuberías, bombas, válvulas y tanques para detectar señales de filtraciones, presencia de solución en dispositivos de contención secundarios y para determinar la integridad del dispositivo de contención. Deben anotarse las deficiencias y deben mantenerse los registros que documenten la inspección y la implementación de las medidas correctivas necesarias.

No deben volver a utilizarse recipientes de cianuro vacíos en el sitio de la mina o fuera de éste para ningún propósito que no sea contener cianuro. Antes de su eliminación o su reutilización, los tambores de cianuro deben enjuagarse tres veces con agua de pH alto para eliminar los residuos de cianuro. Toda el agua del enjuague debe volver a añadirse al proceso de cianidación o debe suponerse que tiene cianuro y eliminarse de manera responsable con el medio ambiente. El tambor enjuagado debe entonces prensarse y depositarse en un vertedero. Las bolsas y los revestimientos de plásticos deben también enjuagarse tres veces antes de su eliminación. Las cajas de madera son difíciles de descontaminar efectivamente; debe suponerse que han estado en contacto con el cianuro y deben incinerarse o eliminarse de manera responsable con el medio ambiente. Los recipientes de cianuro que estén diseñados específicamente para ser devueltos al vendedor para su reutilización, pueden no necesitar un enjuague interno, pero el residuo de

cianuro de la parte exterior del recipiente debe eliminarse mediante lavado y manejarse en forma coherente con el Código, y el recipiente debe ser cerrado de manera segura para su envío.

Para más información, consulte:

- Principles on Cyanide Management for Gold Mining, Chamber of Mines of South Africa, junio de 2001
- Best Practice Environmental Management In Mining, Cyanide Management; Environment Australia, junio de 1998
- Principios para el Almacenamiento, la Manipulación y la Distribución de Cianuros Alcalinos; Grupo del Sector de Cianuros, Consejo de la Industria Química Europea (CEFIC), diciembre de 1997
- Technical Guide for the Environmental Management of Cyanide in Mining, British Columbia Technical and Research Committee on Reclamation, Cyanide Subcommittee, diciembre de 1995
- Cyanide Management Principles, Department of Minerals and Energy, Western Australia, julio de 1992
- Las pautas del fabricante de cianuro y los reglamentos gubernamentales, donde se hayan establecido.

#### **4. OPERACIONES: Manejar adecuadamente las soluciones del proceso de cianuración y los flujos de desecho, para proteger la salud humana y el medio ambiente.**

##### *Norma de Procedimiento 4.1*

Implementar sistemas de gestión y operación diseñados para proteger la salud humana y el medio ambiente, lo que incluye planificación de contingencia, inspecciones y procedimientos de mantenimiento preventivo.

##### *Guía*

Los sistemas de manejo por escrito, incluidos los planes y procedimientos operativos, son el enlace entre el diseño de un sitio y su operación. Día a día, estos sistemas proporcionan un método para asegurar que los parámetros operativos estén en concordancia con los criterios y los supuestos de diseño. Si bien se sugieren planes formalizados, el Código no exige que una operación compile sus procedimientos específicos para el cianuro en formatos o documentos determinados o que los procedimientos necesarios de manejo de cianuro se documenten por separado de los demás planes y procedimientos operativos, de capacitación o del medio ambiente de una operación. Los procedimientos pueden ser en la forma de manuales, procedimientos operativos convencionales, listas de verificación, señales, materiales de capacitación u otras formas, y pueden ser separados para el manejo del cianuro o pueden ir incluidos con otra documentación, con la condición de que demuestren que la operación comprende el manejo del cianuro de una manera que prevenga o controle escapes al medio ambiente e incidentes en que trabajadores y la comunidad resulten expuestos al cianuro.

Deben diseñarse planes o procedimientos operativos e implementarse para instalaciones nuevas y existentes, como plantas de lixiviación, operaciones de lixiviación en pilas, diques de relaves,

sistemas de tratamiento, regeneración y eliminación de cianuro para el uso, el manejo y la eliminación de cianuro y de soluciones que contengan cianuro.

Los planes o procedimientos deben describir las prácticas convencionales necesarias para la operación segura y responsable con el medio ambiente de las instalaciones y las medidas específicas necesarias para cumplir con el Código, como inspecciones y actividades de mantenimiento, e identificar los supuestos y los parámetros sobre los que se basó el diseño de las instalaciones. Deben también identificar todos los requisitos reglamentarios correspondientes que sean necesarios para prevenir o controlar incidentes de escape de cianuro y de exposición a éste, ejemplos de los cuales incluyen el margen de seguridad necesario para una operación segura de estanques y diques y las concentraciones de cianuro en relaves sobre las que se basan los límites de autorización o las medidas de protección de la fauna silvestre de las instalaciones.

El sistema de gestión debe también incluir procedimientos para identificar cuándo ha cambiado o se cambiará el diseño inicial y las prácticas operativas del sitio, y cuándo será necesario un cambio de las prácticas de manejo de cianuro. Por ejemplo, el diseño inicial de unas instalaciones puede haber estado basado en la eliminación de relaves con una concentración suficientemente baja de cianuro disociable en ácido débil (WAD), lo que no hace necesarias medidas de protección adicional de la fauna silvestre. No obstante, si la mina encuentra mineral con un alto contenido de cobre, las mayores concentraciones de cianuro necesarias para una lixiviación eficiente pueden producir una solución de relaves dañina para las aves. Por lo tanto, se justificaría un cambio del procedimiento para prevenir la exposición de aves a una solución de relaves que pueda tener una concentración tóxica de cianuro. Por ejemplo, para abordar este problema, el procedimiento puede exigir la mezcla de tipos de mineral, o el uso de una planta de destrucción o regeneración de cianuro.

Los sistemas de manejo y los planes o procedimientos operativos deben también incluir contingencias para situaciones en que se produzca la alteración del equilibrio hídrico de las instalaciones, cuando las inspecciones o el monitoreo identifiquen un problema y cuando sea necesario el cierre temporal o el cese de operaciones. La planificación anticipada de estas situaciones permite respuestas rápidas y minimiza el riesgo de situaciones de escapes de cianuro y de exposiciones a éste.

Diversos programas y pautas pueden servir como modelos para el diseño de sistemas de gestión ambiental. La *norma ISO 14000 de la Organización Internacional para la Normalización*, la *norma BS 7750 de las Normas Británicas*, el *Sistema de Ecogestión y Auditoría de la Comunidad Europea (EMAS)* y las *Directrices para Empresas Multinacionales de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCED)*, proporcionan marcos que una operación puede usar como base para su sistema de manejo del cianuro. Sin embargo, el Código no exige el uso de ningún método individual para la gestión ambiental ni acepta dichos sistemas en lugar del diseño y de la implementación de los planes y procedimientos identificados en el Código.

Deben inspeccionarse las instalaciones con una frecuencia establecida para garantizar que funcionen dentro de los parámetros de diseño. Si bien las necesidades específicas de inspecciones dependerán de las instalaciones en un sitio determinado y del grado de

instrumentación automatizada, generalmente se necesitan algunas inspecciones visuales en la mayoría de los sitios. Los tanques que contengan soluciones del proceso deben ser inspeccionados para verificar su integridad estructural y descartar la presencia de señales de corrosión y filtraciones. Los dispositivos de contención secundarios deben inspeccionarse para verificar su integridad, la presencia de fluidos y su capacidad disponible y para garantizar que los drenajes están cerrados y, si es necesario, cerrados bajo llave para evitar escapes accidentales que afecten el medio ambiente. Deben inspeccionarse los sistemas colectores y de detección de filtraciones en lechos de lixiviación y estanques según lo estipulado en los documentos de diseño. Las tuberías, las bombas y las válvulas deben inspeccionarse para descartar deterioro y filtraciones. Los estanques y los diques deben inspeccionarse de acuerdo con los parámetros identificados como críticos en los documentos de diseño en cuanto a su contención de cianuro y soluciones, mantenimiento del equilibrio hídrico (como margen de seguridad disponible) e integridad de estructuras para el desvío de agua superficial y escurrimientos.

Las inspecciones de instalaciones deben documentarse en formularios de inspecciones, en libros de registros o a través de otros medios, y se debe incluir la fecha de la inspección, el nombre del inspector y cualquier deficiencia observada. También debe documentarse la naturaleza de las acciones correctivas.

Deben implementarse programas de mantenimiento preventivo y deben documentarse sus actividades para garantizar que los equipos y dispositivos necesarios para el manejo del cianuro funcionen de manera continua. Las bombas, las tuberías, y los equipos de tratamiento y destrucción/regeneración de cianuro son ejemplos de equipos que deben mantenerse en forma habitual para que las fallas no se traduzcan en situaciones en que haya escapes de cianuro al medio ambiente o en que los trabajadores resulten expuestos a éste.

Las operaciones deben tener una fuente de energía de emergencia para las bombas y otros equipos, a fin de prevenir situaciones accidentales de escapes de cianuro y de exposición de los trabajadores al cianuro cuando se interrumpa el suministro de energía principal. Los equipos de generación de energía de apoyo deben mantenerse y evaluarse para garantizar su viabilidad y sus reservas.

#### *Norma de Procedimiento 4.2*

Introducir sistemas operativos y de gestión para minimizar el uso de cianuro, y así limitar la concentración de cianuro en los relaves de tratamiento.

#### *Guía*

Limitar el uso del cianuro lo más que sea posible tiene ventajas ambientales y económicas, ya que, al reducir la concentración de cianuro, disminuye el riesgo de posibles filtraciones y de que la fauna silvestre resulte expuesta en forma nociva, y minimizar la cantidad de cianuro que se transporta al sitio disminuye la posibilidad de escapes relacionados con el transporte.

Si bien las instalaciones deben usar la cantidad de cianuro que se determine metalúrgicamente necesaria para una extracción eficiente del metal precioso, las operaciones deben usar procedimientos de ensayos de rodillo de botella u otros para determinar la cantidad óptima de cianuro, y deben volver a evaluar y a ajustar los índices de incrementos según sea necesario.

cuando se produzcan cambios del tipo de mineral o de las prácticas de la planta de procesamiento. Las operaciones deben también evaluar diversas estrategias para incrementos de cianuro, como la toma periódica de muestras y sistemas automatizados para optimizar la eficiencia, reducir las concentraciones de cianuro en los relaves de molienda y/o en las soluciones recicladas, e implementar entonces la estrategia elegida.

### *Norma de Procedimiento 4.3*

Implementar un programa integral de gestión del agua para evitar escapes accidentales.

#### *Guía*

La gestión adecuada de la solución del proceso y de aguas de tormentas es fundamental para la prevención de escapes de diques de relaves y estanques de solución. Debe elaborarse un completo equilibrio hídrico para definir los parámetros necesarios para el diseño y la operación de estas instalaciones. La inspección y el monitoreo para mantener el equilibrio hídrico debe formar parte de los procedimientos operativos de las instalaciones, con lo que se previene una acumulación excesiva de agua que puede causar desbordamiento, descarga accidental al medio ambiente y la posibilidad de fallas estructurales de las instalaciones.

El equilibrio hídrico debe ser de naturaleza probabilística y tomar en consideración la incertidumbre y la variabilidad inherentes en la predicción de modelos de precipitaciones. Esto entraña considerar márgenes de precipitaciones y evaporación, extremos y variaciones estacionales, además de condiciones promedio. Si bien debe diseñarse un equilibrio hídrico que sea específico para cada sitio, debe considerarse una serie de factores básicos en todos los casos.

Los índices con que se aplican las soluciones en lechos de lixiviación y con que los relaves se depositan en instalaciones de almacenamiento son parámetros de diseño fundamentales para dimensionar las instalaciones. Una vez establecidos (a menos que se realicen otros cambios de ingeniería), estos índices limitarán la cantidad de relaves que pueden descargarse en forma segura a un dique y el volumen de solución de lixiviación que puede hacerse circular por una operación de lixiviación.

El diseño de las instalaciones debe basarse en una estimación de duración de intervalo de tormentas que ofrezca un grado suficiente de probabilidad de que puede prevenirse el desbordamiento del estanque o dique. Puesto que la precipitación en las instalaciones y su evaporación puede representar una importante entrada y pérdida de agua para el sistema, estas cantidades deberán ser evaluadas regularmente (típicamente cada mes) para mostrar las variaciones estacionales en los patrones del tiempo. La selección de eventos y su intervalo de recurrencia debe basarse en el período previsto de operaciones, en los modelos de distribución de precipitaciones, en la seguridad relativa, la salud y los riesgos ambientales del sitio, los requisitos reglamentarios correspondientes y un margen adecuado de seguridad. Entre los ejemplos se cuentan, entre otros, diseños para contención de un evento de 100 años en 24 horas (la mayor cantidad de precipitación prevista para un período de 24 horas una vez cada 100 años) y para un evento de 50 años en 72 horas (la mayor cantidad de precipitación prevista para un período de 72 horas cada 50 años). La calidad de los datos existentes es también un factor, y puede ser necesario considerar supuestos o ajustes conservadores cuando no se disponga de datos de largo plazo o en casos en que los únicos datos disponibles no representen las condiciones reales del sitio.

Debe considerarse en el equilibrio hídrico la cantidad de precipitación que ingrese a un estanque o dique proveniente de una escorrentía desde una cuenca gradiente arriba. Mientras el evento de tormenta de diseño utilizado para calcular el flujo de entrada de gradiente arriba será al menos el mismo utilizado para las precipitaciones que caigan directamente sobre las instalaciones, puede

ser necesario aumentar el volumen previsto de precipitaciones si la cuenca incluye un terreno significativamente más alto, a fin de considerar la infiltración en el subsuelo y los escurrimientos que entren a las instalaciones.

En regiones que reciban precipitaciones de nieve o hielo, puede acumularse un “inventario” de precipitaciones durante semanas o meses durante condiciones de temperaturas bajo el límite de congelamiento y liberarse como un solo flujo entrada durante el deshielo. La posibilidad de dichas situaciones debe considerarse en áreas que presenten estas condiciones.

En el caso de los estanques de lixiviación, el equilibrio hídrico debe también incluir una evaluación de la cantidad de solución que puede drenar desde una pila a un estanque antes de que pueda restaurarse la capacidad de bombeo. Los parámetros específicos, como la autoridad y la porosidad de la pila, deben considerarse junto al evento de tormenta de diseño y a otras situaciones de fallas posibles, como una falla de tuberías. En algunas jurisdicciones se utiliza un período de 48 horas para realizar cálculos de drenaje.

El equilibrio hídrico debe también considerar diversas pérdidas de solución, además de la evaporación. Entre estas se cuentan la capacidad de decantación, los sistemas de drenaje y reciclado que se utilicen para hacer regresar la solución al proceso, filtraciones al subsuelo, según lo autorice la jurisdicción correspondiente, y si las instalaciones cuentan con permiso para descargar solución a las aguas superficiales. En los casos en que se pretenda usar bombas y otros equipos para eliminar la solución de los estanques y diques, el equilibrio hídrico debe considerar posibles interrupciones del suministro de energía o fallas de equipos, y la disponibilidad de equipos y energía de respaldo.

En casos en que la descarga al agua superficial se permita y se considere necesaria para ajustarse al diseño del sitio y a las condiciones climáticas, debe considerarse en el equilibrio hídrico la capacidad de sistemas de tratamiento, destrucción o regeneración de cianuro. Además, debe tenerse en cuenta en el equilibrio hídrico y en la capacidad de almacenamiento de las instalaciones la disponibilidad de estos sistemas y las implicancias de su falla o el tiempo improductivo por mantenimiento.

Otros aspectos del diseño de las instalaciones puede tener consecuencias directas en cómo debe determinarse el equilibrio hídrico, y estos factores deben incluirse al calcular la cantidad de agua que puede almacenarse en el dique. Por ejemplo, el análisis de la estabilidad de presas o la posible filtración de un dique de relaves puede basarse en una superficie freática supuesta dentro de la presa.

Los estanques y diques deben diseñarse para mantener un margen de seguridad adecuado entre la cresta del estanque o dique y el nivel de diseño máximo de solución que se determine necesario a partir de los cálculos de equilibrio hídrico. Las alturas de 0,5-1,0 metro son ejemplos de requisitos de margen de seguridad que se encuentran por lo general en muchos reglamentos y documentos de guía como factor de seguridad y para considerar posibles variaciones en instalaciones de almacenamiento de relaves. Un mayor margen libre puede ser necesario en estanques de lixiviación, ya que sus áreas superficiales son por lo general más pequeñas que las

de las instalaciones de almacenamiento de relaves, y se llenan con más rapidez en caso de un aumento de las precipitaciones.

Es necesario contar con un pluviómetro, a menos que se disponga de datos de precipitaciones de otra fuente cercana que sea representativa de las condiciones del sitio. Los datos de precipitaciones deben compararse con los supuestos utilizados para el diseño de las instalaciones, y las prácticas operativas deben revisarse y modificarse según sea necesario para que correspondan a las precipitaciones medidas reales.

#### *Norma de Procedimiento 4.4*

Implementar medidas para proteger las aves, la fauna y flora en general, y el ganado de los efectos causados por las soluciones del proceso de cianuración.

#### *Guía*

Las soluciones del proceso embalsadas en instalaciones de almacenamiento de relaves (TSF), instalaciones de lixiviación y estanques de solución, pueden atraer aves, fauna silvestre y ganado. Por lo general, se considera que una concentración de 50 mg/l de cianuro WAD o menor en una solución no representa un peligro para la vida de la mayor parte de la fauna silvestre y del ganado, a excepción de los organismos acuáticos. En lugares en que las aves, la fauna silvestre o el ganado tengan acceso a agua embalsada en TSF, instalaciones de lixiviación o estanques de solución, las operaciones deben implementar medidas para limitar la concentración de cianuro WAD a un máximo de 50 mg/l. Se dispone de diversos métodos de tratamiento para reducir las concentraciones de cianuro en efluentes de molienda y alcanzar esta concentración.

Deben instituirse medidas para restringir el acceso de la fauna silvestre y del ganado para todas las aguas abiertas en que el cianuro WAD supere los 50 mg/l. Estas medidas incluyen cercos, llenar con ripio zanjas de recolección y transporte de solución de lixiviación y cubrir o poner redes sobre agua en zanjas, estanques y diques. En la mayoría de los casos, no resultan efectivas las técnicas de ahuyentamiento, como el uso de cañones. La colocación de cercos es también adecuada en la mayoría de los casos para prevenir el acceso no autorizado y posibles casos de animales que resulten expuestos al cianuro.

Los métodos de aplicación de solución para operaciones de lixiviación deben diseñarse y operarse para evitar enlagnamientos considerables sobre la superficie de la pila y para limitar la cantidad de solución que resulta despedida fuera del revestimiento de la pila. Esto debe impedir el contacto con aves y otro tipo de fauna silvestre y la posible contaminación del suelo, el agua superficial y el agua subterránea circundantes. El enlagnamiento en instalaciones de lixiviación en pilas puede indicar condiciones de saturación en la pila, lo que podría traducirse en fallas estructurales y en el escape de solución del proceso al medio ambiente.

#### *Norma de Procedimiento 4.5*

Implementar medidas para proteger los peces, así como la fauna y flora del vertido directo e indirecto de solución del proceso de cianuración al agua de superficie.



## Guía

Las soluciones del proceso pueden descargarse directa o indirectamente a las aguas superficiales. Una descarga directa común sería una descarga autorizada de agua de relaves a un curso de agua, mientras que una descarga indirecta podrían ser las filtraciones de unas instalaciones de almacenamiento de relaves que fluyan sobre la superficie o por el subsuelo e ingresen a un curso de agua. Las descargas directas al agua superficial pueden ser necesarias en regiones en que las precipitaciones exceden la evaporación. Las operaciones deben implementar medidas de protección y gestión de descargas indirectas, de modo que las concentraciones de cianuro no sean nocivas para los peces y la vida silvestre de estas aguas superficiales.

Las descargas a las aguas superficiales no deben exceder el nivel de 0,5 mg/l de cianuro ni producir una concentración de cianuro libre superior a 0,022 mg/l en la masa de agua superficial receptora, y aguas abajo de cualquier zona de mezclado aprobada por la jurisdicción correspondiente. La pauta de 0,022 mg/l es de los Criterios de Calidad del Agua Nacional para el Cianuro de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y representa una concentración a la que pueden exponerse brevemente los organismos del agua dulce sin sufrir efectos inaceptables.

El límite menor de cuantificación (LQL) para el análisis de cianuro libre al alcance de la mayoría de los laboratorios es de 1 mg/l. (Consulte: [http://www.cyanidecode.org/cyanide\\_sampling.php](http://www.cyanidecode.org/cyanide_sampling.php)). Si el laboratorio analítico no logra determinar con precisión el cumplimiento con el valor de 0,022 mg/l, la operación puede demostrar su cumplimiento determinando la concentración de cianuro libre en la descarga y calculando la concentración resultante luego de la dilución en la zona de mezclado (si corresponde). En caso de que la concentración de cianuro libre de la descarga esté por debajo del límite analítico de cuantificación, la operación debe determinar la concentración de cianuro WAD en la descarga, suponer que todo el cianuro WAD es cianuro libre y calcular la concentración resultante después de la dilución en la zona de mezclado (si corresponde). Las operaciones deben también aplicar pruebas de biotoxicidad usando especies y técnicas aceptadas por la jurisdicción correspondiente.

Los niveles de cianuro libre de 0,022 mg/l pueden no ser adecuados en todos los casos, ya que la sensibilidad de la vida acuática al cianuro varía según la especie y las características de la masa de agua receptora. Por lo general será necesario tratar o regenerar el cianuro antes de su descarga, a fin de alcanzar un nivel de cianuro libre de 0,022 mg/l aguas abajo de la zona de mezclado. Muchas jurisdicciones tienen sus propias normas numéricas específicas para descargas en aguas superficiales o para calidad de agua superficial, o pueden limitar las especies de cianuro que no sean el cianuro libre.

El tratamiento puede ser pasivo (y permitir suficiente tiempo de residencia en un enlagueamiento para que los procesos naturales reduzcan las concentraciones del cianuro o el uso de pantanos) o activos (utilización de cualquiera de las diversas tecnologías disponibles para oxidizar cianuro o para regenerar cianuro de hidrógeno para su reutilización en la producción). Debe tenerse en cuenta que algunos métodos de tratamiento podrían aumentar la concentración de productos de degradación de cianuro (como cianato, amoníaco y nitrato) en la descarga. Estas sustancias pueden también ser nocivas para los peces y la fauna silvestre. Si bien el control de estas sustancias no está regido por el Código, las operaciones que utilicen dichos sistemas de

tratamiento deben evaluar los efectos de los productos de degradación del cianuro en peces y fauna silvestre expuestos y tomar las medidas necesarias para su protección.

El monitoreo de la calidad del agua superficial gradiente arriba y abajo de las instalaciones de cianuro puede determinar si una descarga indirecta causa concentraciones nocivas de cianuro en el agua superficial. En tal caso, la descarga debe detenerse lo antes o posible o interceptarse y recolectarse. Deben revisarse el equilibrio hídrico y los parámetros de diseño de las instalaciones de almacenamiento de relaves para determinar si la filtración se debe a un manejo inadecuado del agua. Las filtraciones que no puedan detenerse deben recolectarse en zanjas, estanques o pozos y devolverse al proceso de producción o, si se permite, tratarse según sea necesario y descargarse.

#### *Norma de Procedimiento 4.6*

Implementar medidas diseñadas para manejar la filtración de las instalaciones de cianuro y así proteger los usos beneficiosos del agua subterránea.

#### *Guía*

Deben incorporarse medidas creadas para manejar filtraciones de soluciones de lixiviación y relaves al diseño y a la construcción de instalaciones para proteger los usos beneficiosos actuales del agua subterránea y/o los usos beneficiosos designados por la jurisdicción correspondiente. En caso de que se vea afectado el uso beneficioso del agua superficial, las operaciones mineras deben implementar medidas de saneamiento para proteger una mayor degradación y restaurar los usos beneficiosos en el lugar de monitoreo correspondiente o punto(s) de cumplimiento.

En el caso de lechos de lixiviación y estanques de solución de lixiviación, esto por lo general exige un revestimiento con un mínimo de una membrana sintética, como de polietileno de alta o baja densidad, PAD o PBD, colocada sobre un relleno de tierra compactada. Éstos y otros sistemas de revestimientos, como dos membranas sintéticas, pueden diseñarse y construirse con sistemas de detección y recuperación de filtraciones entre los revestimientos en que haya una carga hidráulica significativa (por ej., un estanque de solución o las zanjas de recolección de solución internas de un lecho de lixiviación en pilas) para permitir un monitoreo periódico de filtraciones.

La verificación de la protección de los usos beneficiosos del agua subterránea se basa en datos, y no en el uso de una tecnología en particular. Hay una serie de técnicas para limitar y controlar las filtraciones de instalaciones de almacenamiento de relaves; las que aparecen aquí se identifican sólo con fines informativos y no tienen como propósito ser elementos verificables del Código:

1. Limitar la carga hidráulica manteniendo un área de estanque pequeña reducirá la fuerza que impulsa la solución al subsuelo. El fondo de tierra de un dique puede ser compactado en su condición natural, o añadiendo materiales arcillosos para formar un revestimiento.
2. Pueden utilizarse métodos de deposición para promover la compactación de relaves y reducir su permeabilidad.
3. Se dispone de diseños de presas para promover el drenaje a un sistema de recolección en lugar de al subsuelo, y pueden usarse zanjas de interrupción para interceptar y recolectar filtraciones poco profundas antes de que puedan afectar las aguas subterráneas.

4. También pueden utilizarse las acciones de saneamiento como sistemas de retrobombeo para manejar los flujos al subsuelo y prevenir que columnas de agua lleguen a posibles receptores e interfieran en los usos beneficiosos del agua subterránea.

La necesidad y la naturaleza de las medidas de control de filtraciones dependen de las condiciones hidrogeológicas específicas del sitio. Dichos sistemas deben, por lo tanto, tenerse en cuenta en el diseño inicial de las instalaciones de almacenamiento de relaves e incorporarse en el plan operativo de las instalaciones para proteger los usos beneficiosos del agua subterránea. Todas las medidas para restringir o controlar las filtraciones de instalaciones de almacenamiento de relaves deben ser integradas al diseño general de las instalaciones, ya que éstas se relacionan directamente con la estabilidad global de las estructuras planeadas.

Información sobre el diseño y la construcción de las TSF puede encontrarse en los boletines # 74, 97, 98, 101, 102, 104, 106 y 121 publicados por la Comisión Internacional de Grandes Presas, ICOLD, además de en documentos elaborados por distintas jurisdicciones políticas.

En casos en que se usen relaves de molienda como relleno de cortes subterráneos, la operación debe determinar las concentraciones de cianuro en la fase líquida y evaluar los riesgos para la seguridad de los trabajadores y la calidad del agua subterránea. En los casos en que exista la posibilidad de exposición de los trabajadores a gas de cianuro de hidrógeno, o de escape de cianuro al agua subterránea, deben implementarse tratamientos para convertir químicamente, eliminar el cianuro presente o convertirlo en complejos de formas que no representen riesgos para la salud de los trabajadores ni para los usos beneficiosos del agua subterránea, u otras acciones.

#### *Norma de Procedimiento 4.7*

Proporcionar medidas de prevención y contención de escapes para tanques y tuberías del proceso.

#### *Guía*

Los tanques que contengan soluciones del proceso, como vasijas de lixiviación, tanques CIL y CIP y tanques asociados con actividades de regeneración de cianuro, deben colocarse en hormigón o material impermeable a las filtraciones de la solución derramada. Pueden proporcionarse dispositivos de contención secundarios para la posible falla de los tanques de solución del proceso de cianuración, con disposiciones para la recuperación de los escapes de solución o el saneamiento de cualquier suelo contaminado, según sea necesario para proteger el agua superficial y subterránea. Los dispositivos de contención deben tener un tamaño que permita contener un volumen mayor que el del tanque más grande dentro del sistema de contención y de cualquier tubería de drenaje de retroalimentación hacia el sistema de contención y con una capacidad adicional para un evento de tormenta de diseño.

También debe disponerse la prevención de derrames o medidas de contención para las tuberías de solución del proceso. Entre los ejemplos se cuentan zanjas de contención secundarias, sensores de presión diferencial con alarmas y/o sistemas de cierre automático, y programas de mantenimiento preventivo con mediciones de grosor de tuberías. Si bien debe realizarse también un programa de inspecciones visuales habituales, generalmente las inspecciones visuales por sí

solas no bastan, a menos que se realicen con una frecuencia que permita identificar y prevenir escapes significativos. Si existe el riesgo de que un escape de solución del proceso de una tubería tenga efectos adversos en el agua superficial, como donde la tubería cruza cursos de agua, las operaciones deben evaluar la necesidad de protección especial, como tuberías de doble pared.

Los tanques y las tuberías del proceso de cianuración deben construirse o cubrirse con materiales que sean compatibles con el cianuro y las condiciones de pH alto. Debe indicarse claramente que los tanques y las tuberías contienen cianuro. Debe indicarse en las tuberías la dirección del flujo. Esto puede lograrse con etiquetas, señales u otras marcas claramente legibles. En algunas jurisdicciones existen también códigos cromáticos normalizados para tanques de cianuro y tuberías que contienen cianuro.

#### *Norma de Procedimiento 4.8*

Implementar procedimientos de control / para garantizar la calidad, que permitan confirmar que las instalaciones de cianuro están construidas según estándares y especificaciones de ingeniería aceptados.

#### *Guía*

Las instalaciones para el manejo del cianuro deben construirse según normas y especificaciones aceptadas de ingeniería. Deben implementarse programas de control de calidad y de garantía de calidad durante la construcción de nuevas instalaciones y deben hacerse modificaciones a las instalaciones existentes para asegurar la integridad estructural y la capacidad de contener de manera segura las soluciones y los elementos sólidos del proceso. El personal calificado debe revisar la construcción de las instalaciones y documentar que éstas hayan sido construidas según fueron propuestas y aprobadas.

Las instalaciones existentes pueden no haber estado sujetas a programas de control y garantía de calidad cuando se construyeron originalmente. Si no existen registros, para asegurar que las instalaciones puedan funcionar en concordancia con los Principios y Normas de Procedimiento del Código, las instalaciones deben ser inspeccionadas por personal debidamente calificado y se debe emitir un informe en que se documenten los resultados.

El programa de control de calidad y garantía de calidad debe abordar la idoneidad de los materiales de construcción y la adecuabilidad de la compactación de suelos para movimientos de tierra, como cimientos de tanques y revestimientos de tierra para instalaciones de lixiviación. Los procedimientos de control de calidad y de garantía de calidad son también necesarios para la instalación de revestimientos de membranas sintéticas utilizados en lechos de lixiviación, para tuberías, adaptadores de tuberías, para soldaduras y pernos en tanques de almacenamiento y proceso de cianuro, y para cualquier otro equipo que contenga cianuro. Deben mantenerse los registros para documentar que se hayan seguido los procedimientos de control de calidad y de garantía de calidad.

Otros aspectos importantes de los programas de control de calidad y de garantía de calidad son la supervisión de personal calificado de todas las fases de construcción y evaluación, y los procedimientos bien definidos para la aprobación de cambios al diseño original o a las técnicas de construcción. Los documentos de ICOLD a los que se hiciera referencia anteriormente,

además de los documentos de guía diseñados por distintos países y jurisdicciones, ofrecen información sobre programas de control y garantía de calidad para la construcción de presas y estanques de relaves. En particular, la idoneidad de los materiales de construcción y el grado de compactación necesario para los materiales naturales, revisten gran importancia en los diseños de la mayoría de las instalaciones de almacenamiento de relaves. Otros parámetros también pueden ser significativos, según el diseño.

#### *Norma de Procedimiento 4.9*

Implementar programas de monitoreo para evaluar los efectos del uso de cianuro en la fauna y flora y en la calidad de las aguas de superficie y subterránea.

#### *Guía*

Los programas de monitoreo cumplen una función esencial en la prevención e identificación de escapes y proporcionan la base para una efectiva capacitación de los trabajadores. Los sitios deben diseñar procedimientos convencionales por escrito para monitorear actividades y realizarlas de manera uniforme y constante para garantizar una buena calidad.

Las operaciones deben monitorear el cianuro en descargas al agua superficial y en el agua superficial y subterránea gradiente arriba y gradiente abajo del sitio a fin de determinar la efectividad del sistema de gestión actual y tomar las acciones correctivas necesarias. El personal debidamente calificado debe elaborar protocolos de muestreo y analíticos, los que deben especificar en la medida de lo posible cómo y dónde deben tomarse las muestras, las técnicas de conservación de muestras, los procedimientos de cadena de custodia y las especies de cianuro a determinar. Las condiciones y los procedimientos de muestreo deben documentarse en formularios escritos normalizados, en libros de registro o en otros medios.

El monitoreo debe realizarse con la frecuencia adecuada para caracterizar el medio que está siendo monitoreado y para identificar cambios de manera oportuna. La frecuencia puede variar según el sitio, según la cantidad de datos existentes, de la estabilidad de los parámetros y del índice de movimiento del agua subterránea. Las descargas a aguas superficiales por lo general se monitorean cada día, mientras que el monitoreo de las aguas superficiales puede ser semanal o mensual. El monitoreo de las aguas subterráneas puede ser con intervalos de un mes, un trimestre o más largos. El monitoreo de la mortalidad de la fauna silvestre forma normalmente de la inspección diaria de las instalaciones del cianuro.

Para más información, consulte:

- Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes, Second Edition, T.I. Mudder, M.M Botz and A. Smith, Mining Journal Books, Limited, Londres, 2001
- Tailings Dams - Risk of Dangerous Occurrences: lessons learnt from practical experiences, ICOLD-UNEP, Bulletin 121, 2001
- Principles on Cyanide Management for Gold Mining, Chamber of Mines of South Africa, junio de 2001
- Water Quality Protection Principles No. 1-11; Department of Minerals and Energy, Western Australia, mayo de 2000
- Bird Usage Patterns on Northern Territory Mining Water Tailings and their Management to Reduce Mortalities; David Donato; enero de 1999

- Principles on the Safe Design and Operating Standards for Tailings Storage; Department of Minerals and Energy; Western Australia; octubre de 1999
- Best Practice Environmental Management In Mining, Cyanide Management; Environment Australia, junio de 1998
- Best Practice Environmental Management In Mining, Water Management; Environment Australia, junio de 1998
- Principles on the Development of an Operating Manual for Tailings Storage; Department of Minerals and Energy; Western Australia; octubre de 1998
- Best Practice Principles: Reducing Impacts of Tailings Storage Facilities on Avian Wildlife in the Northern Territory of Australia; Northern Territory Department of Mines and Energy; octubre de 1998
- Minesite Water Management Handbook, Minerals Council of Australia, First Edition, 1997
- Environmental Management Systems-General guidelines on principles, systems and supporting techniques; International Organization for Standardization, 1996
- Principles for Environmental Protection; The Engineering Design, Operation and Closure of Metalliferous, Diamond and Coal Residue Deposits; Volume 1/1979; Chamber of Mines of South Africa; marzo de 1996
- Technical Guide for the Environmental Management of Cyanide in Mining, British Columbia Technical and Research Committee on Reclamation, Cyanide Subcommittee, diciembre de 1995
- Introduction to Evaluation, Design and Operation of Precious Metal Heap Leaching Projects, Chapter on Surface Water Control - Water Balance, D.J.A. Van Zyl, I.P.G Hutchinson, and J.E. Kiel, Eds., Society of Mining Engineers, 1988
- [http://www.cyanidecode.org/cyanide\\_sampling.php](http://www.cyanidecode.org/cyanide_sampling.php)

**5. DESMANTELAMIENTO Proteger a las comunidades y el medio ambiente contra el cianuro, mediante el diseño e implementación de planes de desmantelamiento de las instalaciones de cianuro.**

*Norma de Procedimiento 5.1*

Planificar e implementar procedimientos para el desmantelamiento eficaz de las instalaciones de cianuro, con el fin de proteger la salud humana, la fauna, flora y el ganado.

*Guía*

Antes del comienzo de las nuevas operaciones, deben determinarse los pasos para desmantelar las instalaciones de cianuro, de manera que las instalaciones puedan cerrarse en una forma que prevenga efectos adversos para las personas, la vida silvestre o el medio ambiente.

Los asuntos relacionados con el cianuro sólo son un componente de la estrategia general de desmantelamiento y cierre de un sitio. Una operación puede incorporar procedimientos para abordar el desmantelamiento de instalaciones de cianuro en su plan general de cierre del sitio, o puede elaborar procedimientos separados para desmantelamiento y cierre. La estrategia elegida debe abordar temas como la eliminación de reagentes de cianuro, descontaminación de equipos, enjuague de pilas y actividades para preparar instalaciones de almacenamiento de relaves para el cierre, la eliminación de agua de superficies de estanques o la reducción de la concentración de

cianuro a un nivel que proteja la salud humana y la vida silvestre, y la instalación de todo equipo necesario para la protección a largo plazo de la calidad del agua subterránea y/o superficial durante el período de cierre de las instalaciones. El plan debe también incluir la implementación de cronogramas para cada actividad. La estrategia de desmantelamiento debe ser revisada y modificada en forma rutinaria durante la vida útil de la operación a fin de abordar cambios en las instalaciones o el diseño de nuevas tecnologías de desmantelamiento.

#### *Norma de Procedimiento 5.2*

Establecer un mecanismo de aseguramiento que garantice la financiación completa de las actividades de desmantelamiento relacionadas con cianuro.

#### *Guía*

Las operaciones mineras deben realizar un cálculo estimativo del costo de financiar por completo las medidas de desmantelamiento relacionadas que se identifican en su plan para el desmantelamiento o cierre del sitio. El cálculo estimativo debe basarse en el costo actual para que un tercero implemente las medidas de desmantelamiento identificadas, y debe revisarse y actualizarse al menos cada cinco años o cuando se hagan modificaciones que incidan en las actividades de desmantelamiento relacionadas con el cianuro.

Las operaciones se considerarán en cumplimiento de esta Norma de Procedimiento si han satisfecho los requisitos de garantía financiera impuestos por la jurisdicción política correspondiente en un monto suficiente para cubrir los costos de desmantelamiento, según se indicara anteriormente.

En situaciones en que no haya requisitos jurisdiccionales para la garantía financiera del desmantelamiento del sitio, la operación debe establecer un mecanismo de garantía que pueda cubrir los costos de sus actividades de desmantelamiento relacionadas con el cianuro. Una opción es el establecimiento de un instrumento financiero, como un bono, una carta de crédito o seguro por el monto que se estime necesario para las actividades de desmantelamiento relacionadas con el cianuro. Si las operaciones utilizan un sistema de autoseguro o autogarantía como garantía financiera, debe proporcionar una declaración de un auditor financiero calificado acerca de que tiene una solidez financiera suficiente para cumplir con sus compromisos, según lo demuestre una metodología de evaluación financiera aceptada, como las que se describen en el Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos, en 40 CFR 264.143(f), 30 CFR 800.23, 10 CFR 30, Anexo A, o en las Secciones 13 a 20 de los Reglamentos de Ontario 240/00, Diseño y Cierre de Minas, en la parte VII del Acta de Minería de Ontario.

Para más información, consulte:

- Strategic Framework for Mine Closure; Australian and New Zealand Minerals and Energy Council and Minerals Council of Australia, 2000
- Best Practice Environmental Management In Mining, Rehabilitation and Revegetation; Environment Australia, junio de 1998
- Principles for Environmental Protection; The Engineering Design, Operation and Closure of Metalliferous, Diamond and Coal Residue Deposits; Volume 1/1979; Chamber of Mines of South Africa; marzo de 1996

## **6. SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES**     *Proteger la salud de los trabajadores y su seguridad ante la exposición al cianuro.*

### *Norma de Procedimiento 6.1*

Identificar escenarios posibles de exposición al cianuro y tomar las medidas necesarias para eliminar, reducir y controlar dichos escenarios.

### *Guía*

Deben evaluarse las tareas y las funciones de trabajo para determinar posibles escenarios y vías de exposición al cianuro. Deben diseñarse e implementarse cambios del proceso o controles de ingeniería para eliminar estas exposiciones y reducirlas o controlarlas cuando no puedan eliminarse.

Las operaciones deben entonces diseñar y documentar procedimientos para realizar tareas relacionadas con el cianuro, como descarga, mezclado, operaciones de plantas, ingreso a espacios confinados y descontaminación de equipos en una manera que minimice las exposiciones de los trabajadores. Estos procedimientos deben también abordar, donde corresponda, el uso de equipos de protección personal específicos para el cianuro, como respiradores, protección ocular, guantes de protección, trajes, inspecciones previas al trabajo, respuesta ante emergencias, monitoreo de cianuro, comunicaciones y documentación. El personal que participe en el manejo del cianuro debe estar capacitado para manipular el cianuro de una forma que proteja su seguridad y la de sus colegas. La capacitación debe también incluir el uso adecuado de equipos para protección personal, rescate de emergencia y primeros auxilios ante el cianuro.

Las operaciones deben también implementar procedimientos para revisar procesos, cambios en las operaciones o modificaciones propuestos a futuro considerando los impactos potenciales en la salud y seguridad del trabajador y para incorporar las medidas necesarias de protección de los trabajadores.

La fuerza de trabajo es una fuente valiosa de información acerca de dónde y cómo pueden producirse las posibles exposiciones y cómo pueden manejarse. La participación de los trabajadores a través de reuniones de seguridad u otros métodos debe tenerse en cuenta en el diseño y la evaluación de procedimientos de salud y de seguridad.

### *Norma de Procedimiento 6.2*

Operar y monitorear las instalaciones de cianuro, con el fin de proteger la salud de los trabajadores, la seguridad y periódicamente evaluar la efectividad de las medidas de salud y seguridad.

### *Guía*

El pH de una solución que contiene cianuro incide significativamente en la cantidad de cianuro de hidrógeno generado y la posibilidad de que los trabajadores se vean expuestos a concentraciones tóxicas de gas de cianuro de hidrógeno. En las soluciones acuosas, el ion de cianuro se hidroliza para formar cianuro de hidrógeno. Con un pH de 9,3 - 9,5, el ion de cianuro y el cianuro de hidrógeno están en equilibrio. Las condiciones de pH más altos producen



concentraciones mayores del ion de cianuro. Con un pH de 10,0, 88% estará en la forma del ion de cianuro y, cuando el pH se aumente a 11,0, más de un 99% estará en la forma iónica. Con un pH menor a 9,3 - 9,5, el cianuro de hidrógeno será la forma predominante de cianuro. Si bien el cianuro de hidrógeno es soluble en agua, se volatiliza rápidamente bajo las condiciones de temperatura y presión que generalmente se encuentran en las operaciones de cianidación de oro. Por lo tanto, mantener las soluciones del proceso con un pH suficientemente alto es necesario para prevenir efectivamente la generación de cantidades significativas de gas de cianuro de hidrógeno. Sin embargo, en el agua de alta salinidad o al procesar ciertos tipos de minerales, la composición química de la solución establece límites a cuán alto puede ajustarse el pH. Las operaciones deben evaluar sus soluciones para determinar el pH adecuado para limitar la evolución de gas de cianuro de hidrógeno y diseñar procedimientos y controles operativos para reducir los riesgos a su fuerza de trabajo.

Deben usarse cambios de proceso o controles administrativos o de ingeniería para limitar la exposición de los trabajadores al gas de cianuro de hidrógeno y al cianuro de sodio y potasio a 10 partes por millón (11 mg/m<sup>3</sup>). Este valor es utilizado por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos, la Comisión Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de Australia, el Departamento de Minerales y Energía de Sudáfrica y el Banco Mundial como un tiempo promedio ponderado de 8 horas, pero se recomienda como límite techo o instantáneo. Además, los trabajadores no deben resultar expuestos a gas de cianuro de hidrógeno ni a polvo transportado por aire de cianuro de sodio y potasio con concentraciones que superen las 4,7 partes por millón (5 mg/m<sup>3</sup>) durante un período de 8 horas consecutivas o más. Este valor es recomendado por la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales (ACGIH) como límite techo y por el Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH) como límite de exposición de corto plazo de 15 minutos. En caso de que existe la posibilidad de exposición significativa de los trabajadores al gas de cianuro de hidrógeno al polvo de cianuro de sodio o de potasio, la operación debe monitorear las concentraciones de cianuro de hidrógeno con dispositivos de monitoreo ambiental y/o personal (automáticos o manuales, pasivos o activos) y evaluar los resultados para confirmar que los controles sean adecuados. Debe exigirse el uso de equipos de protección personal específicos para el cianuro en todas las áreas y para todas las actividades en que no sea posible ni efectivo contar con controles administrativos o de ingeniería para limitar la exposición de los trabajadores a un máximo de 10 partes por millón o en que el personal resulte expuesto a más de 4,7 partes por millón durante un período continuo de 8 horas.

Los equipos de monitoreo del cianuro deben mantenerse, evaluarse y calibrarse según las pautas del fabricante y deben mantenerse los registros durante al menos un año. La necesidad de monitorear el gas de hidrógeno aumenta en instalaciones en que la composición química de la solución sea tal que resulte difícil mantener un pH alto en las soluciones del proceso.

Deben colocarse carteles de advertencia en lugares donde se utiliza el cianuro y debe alertarse a los trabajadores sobre la presencia de cianuro y sobre la prohibición de fumar, generar llamas abiertas, comer y beber y que deben utilizarse los equipos de protección personal necesarios específicos para el cianuro.

Las soluciones de cianuro de alta concentración deben contener tintura colorante para una identificación clara cuando se encuentran fuera del recipiente adecuado, y para una diferenciación clara con otras soluciones o el agua de lluvia que pueden estar presentes. Se debe agregar tintura en niveles que permitan una indicación visual clara de las soluciones de cianuro de alta concentración. Para el agregado de tintura, las soluciones de cianuro de alta concentración se definen como aquellas que tienen una concentración mínima de 15% de cianuro. En el caso de cianuro sólido, se debe agregar la tintura antes o al momento de la mezcla, para que la solución de cianuro resultante tenga tintura. Cuando tiene lugar la entrega de cianuro líquido a una operación, es necesario incluir tintura antes de la entrega.

Deben instalarse duchas, estaciones para lavado de ojos a baja presión y extintores de incendio de polvo seco o de bicarbonato de sodio no ácido en puntos estratégicos de toda la operación en que haya cianuro presente. Estos equipos deben mantenerse, inspeccionarse y evaluarse en forma habitual y deben mantenerse los registros correspondientes.

Los tanques y las tuberías que contengan cianuro deben identificarse mediante códigos cromáticos, señales, etiquetas, autoadhesivos u otros medios para alertar a los trabajadores sobre su contenido. Debe también indicarse, etiquetarse, marcarse o designarse de otra forma la dirección del flujo en las tuberías.

Las hojas de datos de seguridad de materiales (HDSM), los procedimientos de primeros auxilios y cualquier otro material informativo sobre la seguridad del cianuro debe estar escrito en el idioma de la fuerza de trabajo y deben estar disponibles en las áreas en que se maneje el cianuro.

Todos los incidentes de exposición deben investigarse y evaluarse para determinar si los son adecuados los programas y procedimientos de la operación para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, y para responder a las exposiciones con cianuro, o si deben hacerse cambios a éstos.

### *Norma de Procedimiento 6.3*

Diseñar e implementar planes y procedimientos de respuesta ante emergencias, necesarios para responder ante la exposición de los trabajadores al cianuro.

### *Guía*

Si bien deben adoptarse todas las medidas para eliminar los riesgos para los trabajadores por exposición al cianuro, las operaciones deben, sin embargo, estar preparadas para dichas exposiciones con procedimientos de respuesta efectivos y personal capacitado. Deben tenerse a mano equipos de primeros auxilios ante incidentes con cianuro, lo que incluye oxígeno médico y reanimador, y deben inspeccionarse en forma habitual para garantizar que estén disponibles cuando sea necesario.

En las operaciones debe contarse con antídotos para la intoxicación con cianuro. Los antídotos preferidos y permisibles varían según el país, u su selección en cada operación debe tener en cuenta los requisitos locales. Los antídotos intravenosos, como el nitrito de sodio, el tiosulfato de sodio, el edetato de cobalto (Kelocyanor) u 4-dimetilaminofenol (DMAP) sólo deben ser administrados por personal médico certificado. El antídoto nitrito de amilo es inhalable, por lo

que puede ser administrado por personal capacitado sin certificación médica. No obstante, todos los antídotos pueden ser en sí mismos nocivos según la dosis y la salud general del paciente, y deben administrarse con gran cuidado y una comprensión de la situación médica anterior del paciente. Los antídotos deben almacenarse, evaluarse y reemplazarse según lo indiquen los fabricantes.

Deben diseñarse procedimientos de respuesta ante emergencia específicos para responder a la exposición al cianuro. La mayoría de los productores de cianuro ha preparado detallados procedimientos de respuesta que pueden adoptarse e implementarse en operaciones mineras. En general, los procedimientos para responder a la inhalación de gas de cianuro o al contacto de la piel con cianuro líquido o gaseoso, deben incluir los siguientes elementos:

1. Active la alarma o pida ayuda para notificar al personal correspondiente del sitio (a través de alarmas, radio y teléfono), de modo que se cuente lo antes posible con asistencia médica.
2. Pida asistencia antes de responder a la emergencia (“sistema de compañerismo”). Nunca trate de rescatar por sí solo a una víctima del cianuro.
3. La persona que responda a la emergencia debe ponerse los equipos de protección personal necesarios para ingresar de manera segura al área y entrar en contacto con la persona expuesta.
4. Si es posible, la persona que responda a la emergencia debe trasladar a la persona expuesta a un área segura alejada de exposición continua. Si no es posible sacar del área a la persona expuesta, la persona que responda a la emergencia debe intentar prevenir una mayor exposición de la víctima o buscar asistencia trasladando a la víctima del área de exposición.
5. Debe retirarse toda la ropa contaminada de la persona expuesta, y la persona expuesta debe ser descontaminada mediante un lavado con agua. Se recomiendan las duchas de seguridad y las estaciones de lavado de ojos con agua de baja presión.
6. Debe administrarse oxígeno y debe buscarse ayuda médica. Donde lo autorice la jurisdicción correspondiente, se recomienda el tratamiento con nitrito de amilo, junto con el oxígeno. Debe utilizarse un reanimador si la persona expuesta no está respirando.

Las opiniones médicas y los procedimientos aceptados varían respecto de los primeros auxilios cuando se sospecha de ingesta de cianuro. En general, la respuesta a dicha exposición debe incluir los siguientes elementos:

1. Notificar al personal del sitio correspondiente y utilizar equipos de protección personal.
2. La persona expuesta, cuando esté consciente, debe escupir o ser inducida al vómito, y se le debe enjuagar la boca con agua.
3. Prosiga con la descontaminación y la administración de oxígeno y nitrito de amilo si estuviera permitido, o, si la persona expuesta no está respirando, debe utilizarse un reanimador.
4. Si la persona expuesta no estuviera consciente, o si tuviera compromiso de conciencia, trátela con oxígeno y con nitrito de amilo, si estuviera permitido.

Los trabajadores que puedan ser llamados para responder ante exposiciones al cianuro, deben estar capacitados en los procedimientos de respuesta de la operación y deben participar en ejercicios rutinarios para evaluar y mejorar sus destrezas de respuesta.

Las operaciones deben diseñar sus propias capacidades en el lugar de faena, para proporcionar primeros auxilios y asistencia médica a los trabajadores expuestos al cianuro. Esto resulta especialmente importante en áreas remotas en que el personal médico calificado pueda estar a horas de distancia. En el caso de que se cuente localmente con instalaciones médicas fuera del sitio, la operación debe diseñar procedimientos para transportar a los trabajadores expuestos. Deben formalizarse disposiciones con hospitales y clínicas locales para que los prestadores de estos servicios estén al tanto antes de los incidentes de la posible necesidad de tratar pacientes por exposición al cianuro. Las instalaciones médicas deben contar con personal calificado, equipos y experiencia para poder responder con efectividad. Es posible que la operación deba asistir a los prestadores de servicios médicos locales con capacitación y equipos para mejorar sus capacidades.

Deben realizarse periódicamente simulacros de emergencia basados en escenarios probables de escapes/exposición para evaluar los procedimientos de respuesta. Las lecciones aprendidas de los simulacros deben incorporarse a la planificación de respuesta y a otros procedimientos.

Para más información, consulte:

- Principles on Cyanide Management for Gold Mining, Chamber of Mines of South Africa, junio de 2001
- Best Practice Environmental Management In Mining, Cyanide Management; Environment Australia, junio de 1998

**7. RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS: *Proteger a las comunidades y el medio ambiente mediante el diseño de estrategias y capacidades de respuesta ante emergencias.***

*Norma de Procedimiento 7.1*

Preparar planes detallados de respuesta ante emergencias para casos de escapes potenciales de cianuro.

*Guía*

Debe diseñarse un Plan de Respuesta ante Emergencias para abordar la posibilidad de escapes de cianuro que exijan una acción de respuesta. Si bien no es necesario que el Plan de Respuesta ante Emergencias sea específico para el cianuro, estos procedimientos deben formalizarse en un solo documento para que toda la información necesaria está fácilmente disponible. Las operaciones deben evaluar la manipulación y el manejo del cianuro para determinar cómo y dónde pueden ocurrir posibles escapes y los posibles efectos de dichos escapes. La evaluación puede utilizar un modo de falla formal y una metodología de efectos como un Estudio de Peligros y Operabilidad (HAZOP) o un proceso menos formal. En todo caso, debe considerar los siguientes escenarios de fallas adecuados para la naturaleza de las actividades de manejo del cianuro de la operación y para el medio ambiente específico del sitio, lo que incluye las condiciones meteorológicas y los eventos sísmicos previstos:

1. El escape catastrófico de gas de cianuro de hidrógeno proveniente de instalaciones de almacenamiento, proceso o regeneración del cianuro,
2. Accidentes de transporte (para transportistas o un operario que haya asumido la responsabilidad por todo elemento de transporte según la Norma de Procedimiento 2.1),
3. Escapes durante las operaciones de descarga y mezclado,
4. Escapes durante incendios o explosiones,
5. Roturas en tuberías, válvulas y tanques,
6. Desbordamiento de estanques y diques,
7. Interrupciones del suministro de energía y desperfectos en bombas,
8. Filtraciones sin control,
9. Desperfectos en los sistemas de tratamiento, destrucción y recuperación del cianuro,
10. Desperfectos en los diques de relaves, instalaciones de pilas de lixiviación y otras instalaciones relacionadas con el cianuro.

En la planificación de emergencias en el área de transporte, se debe considerar la ruta de transporte, la forma física y química del cianuro, el medio de transporte (por ej., tren, camión), el estado de los caminos o vías y el diseño del vehículo de transporte (por ej., pared doble o simple, descarga superior o inferior).

El Plan debe describir acciones de respuesta específicas, según corresponda a las situaciones de emergencia. Éstas incluyen la evacuación del personal y de las comunidades potencialmente afectadas del área de la exposición, notificar a la gerencia operativa y al personal de respuesta, utilizar antídotos contra el cianuro y medidas de primeros auxilios, controlar escapes en su origen, contención de escapes, evaluación del escape y mitigación, procedimientos para examinar la causa del escape e implementación de medidas para prevenir su repetición.

Debido a su ubicación remota, una operación minera puede ser el punto de respuesta ante emergencias más cercano en el caso de una emergencia por cianuro en otra mina o durante el transporte del cianuro. Si bien no se trata de un requisito auditable del Código, es una buena práctica que las operaciones establezcan acuerdos de ayuda mutuos con otras minas o entidades ubicadas en sus rutas de transporte de cianuro o cerca de éstas.

#### *Norma de Procedimiento 7.2*

Hacer participar en el proceso de planificación al personal del lugar de faena y a los demás interesados.

#### *Guía*

La fuerza de trabajo y los interesados de fuera del sitio, incluidas las comunidades potencialmente afectadas, deben ser incluidos en el proceso de planificación de respuesta ante emergencias. La fuerza de trabajo puede proporcionar comentarios significativos para identificar posibles escenarios de fallas y escapes y capacidades de respuesta. Debe comunicarse a las comunidades potencialmente afectadas la naturaleza de los riesgos vinculados al cianuro y se les debe consultar acerca de las acciones de comunicación y respuesta. Resulta especialmente importante que la operación integre a las comunidades cuando éstas tengan una función en la acción de respuesta, como cuando pueda ser necesario evacuar. La comunidad puede integrarse

de manera directa a través del contacto con personas o grupos potencialmente afectados, o mediante el contacto con líderes o representantes de la comunidad, según la naturaleza de los escenarios de fallas y de efectos.

Es posible que las agencias de respuesta locales, como los encargados de respuesta externos e instalaciones médicas de la comunidad, puedan colaborar en una emergencia relacionada con el cianuro. Su participación debe solicitarse según corresponda a sus capacidades y función potencial en las acciones de respuesta.

Debe realizarse también un proceso de consultas o de comunicación con las comunidades locales o con sus representantes, según sea necesario para garantizar que el Plan aborde las condiciones y los riesgos actuales.

### *Norma de Procedimiento 7.3*

Designar personal apropiado y comprometer el equipo y recursos necesarios para respuestas ante emergencias.

### *Guía*

Deben implementarse las siguientes acciones y procedimientos:

1. Deben designarse coordinadores de respuesta ante emergencias principales y subrogantes.
2. El coordinador debe tener la autoridad explícita para comprometer los recursos necesarios para implementar el Plan.
3. Los equipos de respuesta de emergencia deben ser identificados y recibir la capacitación y preparación adecuada.
4. El Plan de Respuesta ante Emergencias debe incluir procedimientos de llamado para salida a faena e información de contacto para las 24 horas del día para los coordinadores y los miembros de los equipos de respuesta ante emergencias.
5. Deben especificarse los deberes y las responsabilidades de los coordinadores y los miembros de los equipos.

El Plan debe identificar todos los equipos de respuesta ante emergencias disponibles durante el transporte de cianuro por las rutas de transporte y/o en el sitio, lo que incluye los equipos de protección personal. Deben incluirse procedimientos para inspeccionar estos equipos en forma habitual, de manera que estén disponibles cuando sea necesario.

El Plan debe describir las funciones y las responsabilidades de los encargados de respuesta externos, como centros médicos, e incluir la información de contacto necesaria. La operación debe confirmar que todas las entidades externas incluidas en el Plan de Respuesta ante Emergencias estén al tanto de su participación y sean incluidas en simulacros o ejercicios de implementación realizados por la operación.

### *Norma de Procedimiento 7.4*

Diseñar procedimientos para la elaboración de informes y notificaciones internas y externas sobre emergencias.

### *Guía*

El Plan debe incluir procedimientos con información de contacto actualizada para notificar sobre una emergencia de cianuro a la gerencia, a las agencias reglamentarias, a los líderes comunitarios, a los proveedores de respuesta externos y a centros médicos. Deben incluirse procedimientos e información de contacto para notificar a comunidades potencialmente afectados del incidente y/o de medidas de respuesta y para la comunicación con los medios. Las comunidades pueden tener la responsabilidad de su propia protección en términos de evacuar o evitar el agua contaminada. Si corresponde, debe considerarse un sistema de comunicación de contingencia de respaldo.

### *Norma de Procedimiento 7.5*

Incorporar, a los planes de respuesta, elementos de monitoreo y medidas de saneamiento que contemplen los peligros adicionales relacionados con la utilización de químicos en tratamientos de cianuración.

### *Guía*

El Plan debe describir medidas de saneamiento específicas, lo que incluye procedimientos de recuperación o tratamiento de soluciones o sólidos de cianuro, descontaminación de suelos u otros medios contaminados con cianuro y gestión y/o eliminación de desechos de limpieza de derrames. En caso de que un escape de cianuro pudiera contaminar las fuentes de agua potable, el Plan debe establecer una alternativa para el suministro de agua potable.

Los dos principales métodos de tratamiento químico que se utilizan para sanear el cianuro en el medio ambiente son la oxidación (utilizando sustancias químicas como el hipoclorito de sodio y el agua oxigenada o un tratamiento biológico) y la complexación (utilizando sulfato ferroso). Si bien ambos pueden ser efectivos en la reducción de los efectos del cianuro liberado a la tierra, debe reconocerse que no existen opciones seguras y efectivas para tratar el cianuro una vez que éste haya entrado a aguas superficiales, como cursos de agua y lagos.

El hipoclorito de sodio y el sulfato ferroso nunca deben usarse para tratar cianuro que haya sido liberado a masas naturales de agua superficial. Ambas sustancias químicas son tóxicas para la vida acuática. El tratamiento con hipoclorito de sodio puede producir cloruro de cianógeno (CICN), que es peligroso para las personas y para la vida acuática. Además, estas sustancias químicas tienen una efectividad muy limitada en el tratamiento de cianuro con el pH de las aguas superficiales naturales. Su utilización se ve aún más reducida por la dificultad práctica de agregarlas al agua superficial de una manera que permita un contacto y mezclado adecuado con una columna de cianuro, en especial en un curso de agua o río. Si bien el agua oxigenada es un oxidante menos tóxico y persistente que el hipoclorito de sodio, es también nocivo para la vida acuática y su efectividad se ve reducida de manera similar por la falta de un medio para mezclarlo con el cianuro.

Dados los efectos adversos reconocidos para la vida acuática y la efectividad limitada del uso de hipoclorito de sodio, agua oxigenada y sulfato ferroso para tratar el cianuro liberado a aguas superficiales, resulta difícil identificar cualquier situación en que un procedimiento tal sería aceptable. No obstante, el uso de estas sustancias químicas puede ser adecuado en una situación suficientemente bien definida y controlada en que se cumplan tres condiciones:

1. Primero, debe haber un método para introducir la sustancia química en el agua que garantice el mezclado adecuado con una columna de agua.
2. Segundo, el tratamiento efectivo del cianuro debe demostrarse con el pH del agua superficial.
3. Tercero, deben haberse considerado los inevitables efectos adversos para la vida acuática y debe haberse considerado que el tratamiento era necesario para prevenir la muerte de personas. Esto supone que la técnica ha sido plenamente evaluada antes de su uso en lugar de haberse realizado como una respuesta ad hoc para una emergencia. No obstante, debe reconocerse según la Norma de Procedimiento 7.4, una operación debe diseñar un procedimiento de notificación de emergencias capaz de proporcionar suficiente



advertencia a personas y comunidades potencialmente afectadas para prevenir el contacto con agua superficial contaminada o la ingesta de ésta.

Tanto el hipoclorito de sodio como el sulfato ferroso pueden utilizarse para tratar escapes de cianuro a la tierra. El sulfato ferroso se enlaza con el cianuro en un complejo insoluble, pero no lo convierte químicamente en una sustancia menos tóxica. El complejo formado es susceptible a la foto-descomposición y puede volver a dejar escapar cianuro hacia el medio ambiente si no se controla debidamente. La aplicación de hipoclorito para neutralizar un derrame de cianuro en la tierra oxidizará el cianuro a un cianato menos tóxico, que se descompone y se convierte en amoníaco y dióxido de carbono. El hipoclorito y el sulfato ferroso deben utilizarse cuidadosamente para evitar su introducción en sistemas acuáticos, y el suelo contaminado con estas sustancias químicas debe excavarse y eliminarse de acuerdo con el Código y los requisitos correspondientes (por ej., con relaves de molienda o en un lecho de lixiviación). También es posible el tratamiento biológico del suelo contaminado, pero es mucho más lento que el tratamiento químico.

El Plan debe también abordar la posibilidad de que sea necesario realizar un monitoreo ambiental para identificar el alcance y los efectos de un escape y las medidas de mitigación. Deben establecerse en el Plan metodologías y parámetros de muestro para una evaluación rápida de las consecuencias del escape. Donde resulte práctico hacerlo, deben establecerse los posibles puntos de muestreo.

Si bien puede no ser posible detallar todas las acciones de saneamiento o monitoreo antes de que ocurra un escape real, el Plan debe incluir suficiente información para proporcionar una base para la toma de decisiones durante una emergencia.

#### *Norma de Procedimiento 7.6*

Evaluar periódicamente los procedimientos y capacidades de respuesta, y proceder a corregirlos cuando sea necesario.

#### *Guía*

El Plan de Respuesta de Emergencias debe incluir disposiciones para revisar y evaluar su adecuabilidad en forma habitual. Deben realizarse también simulacros en forma periódica que consideren los incidentes más probables identificados en el análisis de modo de fallas, a fin de probar y evaluar la adecuabilidad del Plan. Los ejercicios pueden simular una situación de emergencia a toda escala o aislar selectivamente algún aspecto del Plan. Incluir a la comunidad potencialmente afectada en una simulación puede optimizar los beneficios del ejercicio, al crear un evento más realista, evaluar la respuesta del público y permitir que los participantes se familiaricen con las operaciones y con el personal de respuesta.

Debe también evaluarse el Plan después de alguna emergencia que exija su implementación. Cuando una revisión o simulación haya identificado deficiencias, el Plan debe revisarse lo antes posible para garantizar su funcionamiento adecuado.

Para más información, consulte:

- Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local en la Minería (APELL para la Minería); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Informe Técnico No. 41, mayo de 2001
- Principios para Tratar Incidentes de Distribución con Cianuros Alcalinos; Consejo de la Industria Química Europea (CEFIC), Grupo del Sector de Cianuros, octubre de 2000
- Bibliografía Anotada de APELL, Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Informe Técnico No.21, 1994
- Identificación y Evaluación de Riesgos en una Comunidad Local, UNEP, Informe Técnico 12, 1992
- Integrated Contingency Plan Outline, U. S. Federal Register, 61 FR 28649

**8. CAPACITACIÓN: *Capacitar a los trabajadores y al personal de respuesta ante emergencias para que manejen el cianuro de un modo seguro y respetuoso con el medio ambiente.***

*Norma de Procedimiento 8.1*

Capacitar a los trabajadores para que comprendan los peligros asociados al uso del cianuro.

*Guía*

Todo el personal que pueda estar en contacto con el cianuro debe recibir capacitación sobre sus riesgos inherentes. Esta capacitación debe incluir el reconocimiento de materiales de cianuro en la operación, la información sobre los efectos para la salud del cianuro, los síntomas de la exposición al cianuro y los procedimientos a seguir en caso de exposición. Para este fin son útiles las hojas de datos de seguridad de materiales u otros documentos informativos escritos en el idioma de la fuerza de trabajo. Deben realizarse periódicamente cursos de actualización de la capacitación y deben mantenerse los registros de la capacitación.

*Norma de Procedimiento 8.2*

Capacitar al personal correspondiente para operar las instalaciones según sistemas y procedimientos que protejan la salud humana, las comunidades y el medio ambiente.

*Guía*

Los componentes de salud, seguridad y medio ambiente son intrínsecos para la capacitación de tareas y deben considerarse parte de la responsabilidad de cada trabajador. Cada puesto de trabajo que entrañe el manejo de cianuro debe evaluarse para identificar cómo pueden lograrse las tareas necesarias con un mínimo riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores y de una forma que prevenga los escapes accidentales de cianuro. En los materiales de capacitación deben identificarse los elementos de capacitación necesarios para cada trabajo. El personal de estos puestos, incluido el personal que se desempeña en actividades de descarga y almacenamiento de cianuro, operarios de la planta, operarios de instalaciones de almacenamiento de relaves, personal de mantenimiento y personal de actividades ambientales y de manejo, debe recibir capacitación en los procedimientos, según sea adecuado para sus funciones de trabajo. La capacitación debe ser realizada por personal debidamente calificado, y puede incluir encargados externos de la capacitación para áreas especializadas, como programas reglamentarios ambientales, y el personal propio de la operación.

Debe proporcionarse capacitación antes de que los empleados trabajen con cianuro. Deben realizarse cursos de actualización de la capacitación en forma habitual para garantizar que los empleados sigan realizando sus trabajos de manera segura y responsable con el medio ambiente. Deben hacerse pruebas u observaciones para garantizar que los empleados realicen sus actividades en cumplimiento de los procedimientos operativos con el cianuro, a fin de evaluar la efectividad de toda la capacitación.

Deben mantenerse registros que documenten la capacitación de los trabajadores durante todo el período de empleo de éstos, y deben incluir los nombres de los trabajadores y del encargado de la capacitación, la fecha de la capacitación, los temas tratados y si los empleados demostraron comprensión de los materiales de capacitación.

### *Norma de Procedimiento 8.3*

Capacitar a los trabajadores y personal correspondiente para responder ante la exposición de los trabajadores o ante el escape de cianuro al medio ambiente.

### *Guía*

Todo el personal que realice actividades de manejo de cianuro debe recibir capacitación en procedimientos de emergencia ante escape de cianuro, lo que incluye la notificación al personal del sitio adecuado, garantizar la seguridad de los trabajadores y detener o contener el escape.

El personal del sitio que pueda ser llamado para responder a situaciones de exposición de trabajadores al cianuro, debe recibir capacitación en procedimientos de descontaminación y primeros auxilios. Esta capacitación debe incluir el procedimiento para notificar al personal del sitio adecuado y subrayar que la persona que responda ante la emergencia debe primero asegurar su propia protección a través del uso de equipos de protección personal específicos para el cianuro.

Los miembros del personal que se desempeñen como Coordinadores de Respuesta ante Emergencias y todos los miembros del Equipo de Respuesta ante Emergencias deben recibir capacitación especializada. Los encargados de la respuesta deben estar plenamente familiarizados con los procedimientos del Plan de Respuesta ante Emergencias, lo que incluye el uso de equipos de respuesta. Debe informarse sobre el Plan y sobre sus responsabilidades a las comunidades, a los encargados de respuesta locales y a los prestadores de servicios médicos incluidos en el Plan de Respuesta ante Emergencias de la operación.

Deben mantenerse registros que documenten sobre toda la capacitación sobre respuestas ante exposiciones al cianuro y escapes de éste, que incluyan los nombres de los trabajadores y del encargado de la capacitación, la fecha de la capacitación, los temas tratados, y si los trabajadores demostraron comprender los materiales de la capacitación. Deben realizarse en forma habitual cursos de actualización de la capacitación.

Los ejercicios de emergencia en que se simulen la exposición de los trabajadores al cianuro y escapes al medio ambiente de éste, constituyen instrumentos importantes de capacitación que deben realizarse en forma periódica para ofrecer una capacitación práctica para los trabajadores en cuestión. Los ejercicios deben ser evaluados desde una perspectiva de la capacitación para

determinar si el personal tiene los conocimientos y las destrezas necesarias para una respuesta efectiva, y los procedimientos de capacitación deben modificarse si se detectan deficiencias.

Para más información, consulte:

- Principles on Cyanide Management for Gold Mining, Chamber of Mines of South Africa, junio de 2001
- Best Practice Environmental Management In Mining, Planning a Workforce Environmental Awareness Training Program; Environment Australia, junio de 1998

## ***9. DIÁLOGO: Participar en consultas y exposiciones públicas.***

### *Norma de Procedimiento 9.1*

Proporcionar a los interesados la oportunidad de comunicar temas de su inquietud.

#### *Guía*

Las operaciones deben ofrecer a los interesados la oportunidad de comunicar temas de su inquietud en relación con el uso de cianuro. A fin de que la comunicación sea significativa y productiva, la frecuencia y el formato de estos comentarios deben ser adecuados para los temas analizados y la naturaleza de la inquietud. Entre los métodos para fomentar la participación del público se cuentan las reuniones abiertas al público, la creación de paneles consultores de ciudadanos y visitas al sitio para las partes interesadas. También hay oportunidades para la participación del público durante el diseño y la revisión de las evaluaciones ambientales, o durante las revisiones de permisos y licencias exigidos por las jurisdicciones correspondientes.

### *Norma de Procedimiento 9.2*

Establecer un diálogo para describir los procedimientos de manejo del cianuro y abordar responsablemente las inquietudes identificadas.

#### *Guía*

Las operaciones deben crear las oportunidades para integrar a las partes interesadas y abordar sus inquietudes de manera directa y sensible. Debe hacerse disponible la información acerca de las prácticas y los procedimientos de la operación para demostrar que el cianuro se maneja de manera responsable y que la operación adopta medidas para mejorar el manejo de cianuro cuando surgen deficiencias. Parte de este diálogo puede ocurrir como parte de la revisión ambiental o del proceso de otorgamiento de autorización o de licencia de una jurisdicción.

### *Norma de Procedimiento 9.3*

Poner a disposición de las partes interesadas la información adecuada sobre temas operativos y ambientales del manejo del cianuro.

#### *Guía*

Es importante que las partes interesadas comprendan cómo las operaciones mineras manejan el cianuro para proteger el medio ambiente y la salud y la seguridad de las personas. Las operaciones deben redactar descripciones de actividades de manejo del cianuro en los idiomas locales correspondientes, y poner estas descripciones a disposición de las comunidades y de las partes interesadas. Esta información puede diseminarse a través de folletos, boletines u otros materiales didácticos en la operación o en puntos de las comunidades locales, en foros públicos o

reuniones públicas, en bibliotecas, oficinas de gobierno local, en sitios de la web o a través de otros medios. En caso de que un porcentaje significativo de la población local sea analfabeto, las operaciones deben proporcionar información a través de presentación o consultas directas y habituales con los líderes de la comunidad.

Las operaciones deben también poner a disposición información sobre escapes o exposiciones confirmadas que entrañen: a) incidentes de exposición al cianuro que deriven en hospitalización o muerte; b) incidentes en que los escapes fuera del sitio de la mina exigieran respuesta o saneamiento; c) incidentes en que un escape en el sitio de la mina o fuera de éste produzca efectos adversos significativos para la salud o el medio ambiente; d) incidentes en que un escape en el sitio de la mina o fuera de éste exigiera un informe según los reglamentos correspondientes; y e) escapes en que se excedieran los límites correspondientes para el cianuro. Esta información puede incluirse en el Informe Anual de una compañía, en su informe de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, su informe de auditoría de verificación, publicarse en el sitio web de una compañía, incluirse como parte de los requisitos de informes gubernamentales correspondientes, o a través de otros medios.

Para más información, consulte:

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Companies' Organization and Public Communication on Environmental Issue*. Informe técnico No. 6. 1991.