



---

# Cuaderno de Evaluación

## Operador Base Planta

### Módulo III: Hidrometalurgia: Procesos de Lixiviación

PFPCO-2-01/v.2-[PE01-M03/v.1]

---

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



## **Equipo Consejo Minero**

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo  
Carlos Urenda A., Gerente General  
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras  
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios  
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones  
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales  
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

## **Equipo Innovum Fundación Chile**

Hernán Araneda D., Gerente  
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera  
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos  
Eduardo Soto S., Consultor Senior  
Ignacio Riffo C., Consultor Senior  
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos

Consejo Minero

Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (562) 2347 2200

[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

## Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

Este material está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.

© Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; Freeport-McMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

## Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.

Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

## Contribución del CCM

### Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.



### Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

### Para las instituciones educativas:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.



### Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

## Índice

Descripción general de la sección 1: Evaluación de Proceso .....	8
Módulo III: Hidrometalurgia: Procesos de Lixiviación .....	9
1. Nociones del proceso de lixiviación .....	10
2. Principales equipos del proceso de lixiviación .....	14
3. Operación y armado del sistema de riesgo de pilas.....	15
4. Sistema de distribución y bombeo .....	17
5. Parámetros y variables de operación del proceso de lixiviación .....	19
6. Identificación de riesgos asociados al proceso de Lixiviación .....	22

## Introducción

La evaluación corresponde a cualquier situación, recurso, procedimiento o instrumento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso de formación. Permite conocer las competencias que fueron adquiridas por los participantes y que a futuro son las que le servirán en el mundo del trabajo.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará un set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los contenidos consignados en el Cuaderno del Instructor. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del módulo y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el Cuaderno del Instructor pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

## Descripción general de la sección 1: Evaluación de Proceso

Esta sección contiene un conjunto de preguntas posibles a utilizar para trabajar con los participantes durante las sesiones de aprendizaje del Módulo 3 del programa **Operador Base Planta**. Este documento servirá de guía y repositorio de preguntas para realizar las evaluaciones de proceso pertinentes del oficio.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los módulos consignados en el **Cuaderno del Instructor**. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se sugiere también preparar a los participantes antes de la evaluación final del programa y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el **Cuaderno del Instructor** pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.



## **Módulo III: Hidrometalurgia: Procesos de Lixiviación**

## **1. Nociones del proceso de lixiviación**

1) ¿A dónde es bombeado el metal precioso concentrado?

A la nave de electro obtención.

2) ¿En qué consiste el proceso de lixiviación?

La lixiviación consiste en extraer un compuesto metálico soluble a partir de un mineral. Para ello, el metal se disuelve selectivamente en un disolvente adecuado.

3) Mencione 2 actividades previas a la lixiviación.

Responder con 2 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Conminución o chancado.
- Trituración
- Molienda.

4) Mencione los 2 factores que afectan el tipo de proceso de lixiviación a utilizar.

- El metal que se desea obtener o el mineral que se extraerá.
- El tipo de solución de lixiviación (reactivo de lixiviación) utilizado.

5) ¿Cuáles son los 3 tipos de soluciones de lixiviación?

- Solución de lixiviación ácida: Por ejemplo, el cobre se lixivia con un ácido sulfúrico.
- Solución de lixiviación de cianuro: Por ejemplo, el oro se lixivia a partir de minerales de ley baja con una solución de cianuro de sodio.
- Solución de lixiviación de agua: Por ejemplo, se utiliza para separar ciertos compuestos solubles en agua tales como sales de sodio, boro, potasio y ciertas sales.

6) Mencione 4 tipos de procesos de lixiviación.

- Lixiviación en tanque, cuba o por agitación.
- Lixiviación in situ.
- Lixiviación en vertederos.
- Lixiviación en pilas.

7) Explique brevemente la lixiviación in situ.

Consiste en la perforación de agujeros en los depósitos de mineral para que la solución de lixiviación penetre en el metal o mineral objetivo. La solución de lixiviación se bombea en el depósito, donde hace contacto con el mineral. Luego, la solución que lleva el contenido mineral disuelto, se bombea a la superficie a través de un segundo pozo. Después de esto, se procesa.

8) Explique brevemente la lixiviación en vertederos.

Durante la extracción normal, el material rechazado de baja ley se deposita en grandes vertederos de la mina. El tamaño de las partículas de este material generalmente es grande, porque nunca fue chancado. La lixiviación se produce al aspersar agua acidificada (solución de lixiviación) en la superficie de la pila por muchos años. Esta va penetrando a través del montón y se recoge en zanjas en la base éste.

9) ¿Verdadero o falso? La lixiviación en vertederos es similar a la lixiviación en pilas.  
Verdadero.

10) Explique brevemente la lixiviación en pilas.

El mineral chancado o “tal como sale de la mina” (ROM) se apila en una cancha impermeable. Luego, se aplica una solución de lixiviación a la superficie. A medida que la solución se filtra a través de la pila, absorbe el material deseado, convirtiéndose en una solución de lixiviación cargada (PLS).

Mediante un drenaje en la base de la pila, se recoge la PLS y se canaliza a un estanque, desde donde se bombea a la planta procesadora para que recupere su valor. La solución de lixiviación "estéril" se bombea al estanque de solución estéril desde dónde se vuelve a aplicar a la superficie de la pila.

11) Indique 3 ventajas del método de lixiviación en pilas. .

- Capital inicial y costos de producción bajos.
- Tiempo de puesta en marcha relativamente breve.
- Tiempo de implementación más rápido.
- Aplicable a depósitos demasiado pequeños para los métodos convencionales.
- Menor huella de carbono.

12) Indique el tipo de proceso de lixiviación representado en cada una de las imágenes.



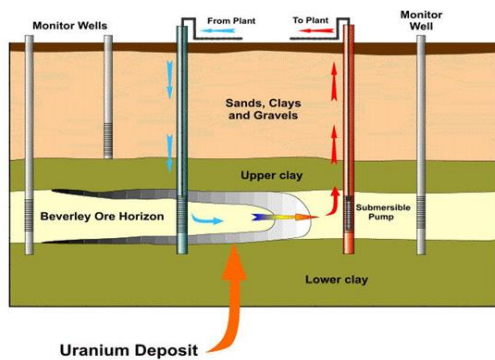
Lixiviación en vertederos.



Lixiviación en pilas.



Lixiviación en tanque, cuba o por agitación.



Lixiviación in situ.

13) Mencione las 5 etapas del proceso de lixiviación en pilas.

1. Preparar el sitio, apilando y compactando del suelo sobre un terreno ligeramente inclinado.
2. Cubrir con una capa impermeable, como una capa de asfalto, material de geomembrana o una lámina de plástico flexible.
3. Apilar el mineral chancado en la cancha, en grandes montones. Usar partículas finas y aglomerados para aumentar la permeabilidad.
4. Pulverizar la pila con una solución de lixiviación (reactivo de lixiviación).
5. Recoger la solución de lixiviación cargada en un estanque ubicado en la parte inferior de la pila y bombearlo para su posterior procesamiento.

14) ¿Cómo se denomina a la solución de mineral disuelto?

Solución de lixiviación cargada (PLS).

15) En la lixiviación en tanque, cuba o por agitación ¿para qué se usan los agitadores?

Para mover el mineral (lodo líquido) y así aumentar su contacto con la solución de lixiviación.

16) En la lixiviación en pilas ¿sobre qué tipo de material se amontona el mineral?

Se apila sobre canchas recubiertas resistentes al agua, las cuales generalmente se construyen con material de geomembrana, un revestimiento de membrana sintética de muy baja permeabilidad.

17) Indique las especificaciones de construcción de una pila: altura, amplitud y pendiente.

Altura: hasta 100 metros.

Amplitud: 85 acres (34 hectáreas).

Pendiente: Ligera, de 1º a 3º.

## **2. Principales equipos del proceso de lixiviación**

a) Mencione los 5 principales equipos presentes en el proceso de lixiviación.

- El tambor aglomerador.
- Apilador o stacker.
- Sistema de irrigación.
- Membrana impermeable.
- Rotopala.

18) ¿Para qué sirve el tambor aglomerador?

Para contener el material chancado, permitiendo su transformación en glómeros de material. De esta manera, el material queda preparado para pasar a la pila de lixiviación.

19) ¿Qué es el apilador o stacker y para qué sirve?

Es un equipo de esparcido gigantesco. Sirve para descargar y depositar ordenadamente el mineral, formando un terraplén continuo de 6 a 8 m de altura, correspondiente a la pila de lixiviación.

20) ¿Qué es el sistema de irrigación?

Es un sistema de riego por goteo y/o aspersores que se instala sobre la pila de lixiviación, cubriendo toda el área expuesta.

21) ¿Para qué sirve la membrana impermeable que se instala debajo de las pilas de lixiviación?

Sirve para interceptar las soluciones que se escurren desde lo alto de la pila y conducirlos a las canaletas de recolección.

22) ¿Para qué sirve la rotopala?

Sirve para recoger el mineral de las pilas que ya fue lixiviado. Esto, con el objetivo de reutilizar ese espacio para una nueva la pila de lixiviación.

### **3. Operación y armado del sistema de riesgo de pilas**

23) Existen 3 métodos para construir las pilas de lixiviación, los cuales se agrupan según los equipos utilizados. ¿Cuáles son estos métodos?

- Construcción con camiones pesados y tractores.
- Construcción con cargadoras y excavadoras.
- Construcción con transportadoras y apiladores móviles.

24) ¿Qué ocurre cuando se aplica demasiada solución de lixiviación?

El mineral triturado se satura y se compacta en exceso, empujando el oxígeno hacia afuera. Debido a la falta de oxígeno, la solución de lixiviación penetra de manera más lenta a través de la pila, aumenta el tiempo que demora el proceso.

25) ¿Qué ocurre cuando la solución de lixiviación NO penetra de manera uniforme en la pila?

Se produce una canalización, es decir, un flujo preferencial, lo cual produce que partes de la pila queden sin tratar.

26) La máxima eficiencia de lixiviación se consigue cuando la solución de se mueve de manera uniforme (uniforme / No uniforme) a través del mineral.

27) Indique los 2 medios más comunes para aplicar la solución de lixiviación.

Aspersores y goteros.

28) Además de la solución de lixiviación ¿qué otro elemento es esencial para la lixiviación en pilas? ¿Por qué es tan importante?

El oxígeno, porque permite que el material respire y así disuelva la solución.

29) Mencione 4 beneficios de los agentes humectantes.

- Aumento de la recuperación.
- Aumento del contacto con la solución.
- Reducción del tiempo de lixiviación.
- Menor necesidad de aglomeración o tratamiento de pre-lixiviación especial.

30) ¿Cómo debe ser el flujo de la solución de lixiviación que pasa a través de la pila?

- Suficiente: para que la pila sea lixiviada en un tiempo económico.
- Uniforme: para que todo el mineral sea lixiviado a fondo.

31) Mencione los 2 tipos de bombas utilizadas en la lixiviación.

- Bombas de desplazamiento positivo.
- Bombas dosificadoras.

32) ¿Verdadero o falso? A pesar de los cambios en la contrapresión, las bombas de desplazamiento positivo proporcionan un flujo constante aproximado a velocidades fijas.

Verdadero.

33) Explique el principio de funcionamiento de una bomba de desplazamiento positivo.

El líquido se desplaza mediante la creación de un desequilibrio de presiones dentro de un entorno cerrado. Este desequilibrio hace que el fluido se mueva de un lugar a otro en un intento de equilibrar la presión. "El movimiento del desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un líquido causado por la disminución del volumen de una cámara.

34) ¿Verdadero o falso? Las válvulas dosificadoras solo controlan de manera aproximada el volumen de líquido que debe pasar por un sistema.

Falso.

#### 4. Sistema de distribución y bombeo

35) ¿Qué chequeos deben realizarse al poner en marcha una bomba dosificadora?  
Mencione 4.

Responder con 4 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Revise las cañerías que van desde el tanque a la bomba y desde la bomba al extremo de descarga.
- Inspeccione que no hayan fugas en la carcasa de la bomba, revisando ésta última, los anillos tóricos (O-rings), los sellos y los empaques.
- Compruebe que no haya daños en la bomba, tornillos sueltos ni fugas de aceite.
- Revise que el medidor de aceite esté lleno hasta el nivel especificado.
- Asegúrese de que todos los rodamientos tienen el lubricante correcto y que las cajas de relleno están bien empaquetadas.
- Abra las válvulas externas de servicio de agua.
- Asegúrese de que la válvula de succión y las válvulas de descarga estén abiertas.

36) Antes de operar una bomba dosificadora, las válvulas de succión y descarga deben estar abiertas (abiertas / cerradas).

37) Los pasos necesarios para iniciar una bomba dosificadora dependen de su tipo y de la aplicación que se le va a dar. Por lo tanto ¿qué debe hacer para ponerla en marcha correctamente?

- a) Encenderla de la misma manera en que pone en marcha las demás bombas.
- b) Encenderla del mismo modo en que lo hacen sus compañeros de trabajo.
- c) Preguntar al supervisor acerca de la mejor manera de ponerla en marcha.
- d) Encenderla según los procedimientos especificados por el fabricante.

38) ¿Verdadero o falso? Para saber si la bomba dosificadora está operando correctamente, se recomienda poner la mano sobre la bomba para sentir su movimiento.  
**Falso.**

39) Mencione 3 acciones que se deben realizar antes de operar una bomba centrífuga.

Responder con 3 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Cebear la bomba.
- Revisar la dirección de rotación.
- Limpiar / lavar las cañerías.
- Lubricar.
- Revisar que no existan ruidos anormales.

40) La válvula de succión de la bomba centrífuga sólo debe abrirse después de que ésta ha sido cebada (cebada / lubricada).

41) Al apagar una bomba centrífuga, es preciso cerrar (abrir / cerrar) la válvula de descarga.

42) Al apagar una bomba centrífuga, es preciso cerrar (abrir / cerrar) la válvula de succión.

43) Mencione 2 formas de modificar la capacidad de funcionamiento de una bomba centrífuga.

- Estrangulamiento de la descarga.
- Variación de la velocidad.

44) ¿Cuáles podrían ser las causas de que una bomba no realice descargas después de ponerla en marcha? Mencione 3.

Responder con 3 enunciados cualquiera de los siguientes.

- La bomba no está cebada.
- Velocidad demasiado baja.
- Altura de descarga demasiado alta.
- Altura de succión mayor que aquella para la que fue diseñada la bomba.
- Rotor completamente bloqueado.
- Dirección de rotación incorrecta.

45) ¿Cuáles podrían ser las causas de que una bomba realice descargas bajas después de ponerla en marcha? Mencione 3.

Responder con 3 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Fugas de aire en succión o prensa estopa.
- Velocidad demasiado baja.
- Altura de descarga demasiado alta.
- Elevación de succión muy alta o NPSH insuficiente.
- Rotor parcialmente tapado.
- Defectos mecánicos.
- Piezas muy desgastadas.
- Dirección de rotación incorrecta.
- Rotor de diámetro demasiado pequeño.

##### **5. *Parámetros y variables de operación del proceso de lixiviación***

46) Indique 4 tipos de lecturas y mediciones que se pueden obtener al operar equipos de lixiviación.

Responder con 4 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Flujos de aire.
- Corriente.
- Densidad.
- Flujo.
- Niveles de fluidos.
- Energía o potencia.
- Presión.
- Humedad.
- Velocidad.
- Temperatura.

47) ¿A quién se deben reportar los derrames químicos?

Al supervisor y al experto en prevención de riesgos.

48) ¿Qué factores externos pueden influir en la lectura de los indicadores y medidores?

- Condiciones ambientales: como temperatura, viento y lluvia.
- Condiciones de procesamiento: como rendimiento del equipo.
- Condiciones de las operaciones externas: como espacios confinados, fugas y escapes.

49) Indique la mejor manera de tomar medidas.

- Tomarlas de manera segura.
- Tomarlas con precisión
- Revisarlas cuidadosamente
- Registrarlas con exactitud

50) ¿Qué error se produce al leer un indicador o medidor analógico desde el costado y no desde el frente?

Error de paralelaje.

51) Mencione 2 instrumentos utilizados para medir la presión de los equipos.

- Tubo de Bourdón.
- Manómetro.

52) ¿Qué instrumento se utiliza para medir la humedad en las pilas de lixiviación? El **tensiómetro**.

53) ¿Verdadero o falso? Antes de registrar una medida, es preciso revisar que se ha tomado bien. **Verdadero**.

54) Mencione 2 acciones a realizar para prevenir la corrosión.

Responder con 2 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Limpiar de inmediato y a fondo el óxido, polvo blanco, suciedad, sal y otros elementos superficiales de todos los productos de metal para evitar que la corrosión continúe. Mantener las superficies metálicas lo más limpias posible.
- Quitar regularmente la grasa, el aceite y la suciedad con el agente de limpieza adecuado, como jabón, solvente, compuesto de emulsión y producto químico. Leer atentamente las instrucciones del fabricante del producto de limpieza antes de usar, ya que algunos pueden causar daños.
- Cubrir los productos metálicos no utilizados para evitar la humedad y evitar que el polvo se acumule en su superficie.
- Mantener los productos de metal no utilizados, en un lugar seco.
- Aplicar lubricante de protección al metal para protegerlo contra la humedad.
- Si se puede, pintar la superficie, una vez que esté limpia. Esto sella los poros del metal, deteniendo su corrosión o descomposición.

55) Mencione 3 razones por las cuales es necesario realizar mantenciones periódicas a las herramientas y equipos.

- Asegura que los equipos, bombas y sistemas estén funcionando correctamente.
- Reduce la probabilidad de falla, daño y retrasos en el lugar de trabajo.
- Reduce la probabilidad de lesiones y accidentes.

56) Mencione 4 actividades de mantenimiento general que un operador debe realizar.

Responder con 4 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Operar el equipo por un tiempo, en modo continuo, para comprobar que funcione correctamente.
- Comprobar la temperatura operativa.
- Revisar la presión.
- Revisar que no hayan fugas.
- Revisar que no hayan grietas ni corrosión
- Revisar que los componentes estén ajustados y seguros en su lugar (es decir, tornillos, flanges, pernos, tapones). Apretar si es necesario.
- Revisar el lubricante, el líquido y los niveles de aceite. Vaciar, enjuagar y/o recargar.
- Comprobar que los tornillos del extremo hidráulico estén firmemente en su lugar.

- Comprobar que las cañerías y mangueras estén firmemente en su lugar (extremos de inyección y de succión).
- Comprobar que las válvulas de inyección y de succión estén firmemente en su lugar.
- Verificar que no hayan bloqueos en el agujero de drenaje del cabezal del disco.
- Revisar que no hayan obstrucciones en las líneas y válvulas cerradas y que la manguera no esté dañada.
- Comprobar la alineación de la bomba y el controlador.
- Inspeccionar la caja de engranajes.
- Lubricar los sellos, las juntas tóricas (O-rings), las flanges y los rodamientos.
- Reemplazar las piezas desgastadas cuando sea necesario.

57) ¿Qué medidas de seguridad deben cumplirse al realizar la mantención de una bomba? Mencione 3.

- Siempre desconecte la bomba de la red eléctrica o remueva la cañería (entubado) antes de abrir.
- Si se han utilizado sustancias peligrosas o desconocidas, siempre vacíe el extremo hidráulico y retire el líquido antes de realizar el trabajo. Lea las hojas de datos de seguridad de los materiales.
- Cuando mida productos químicos peligrosos o desconocidos en el extremo hidráulico, use siempre ropa de protección (antiparras, guantes, mascarillas).
- Antes de trabajar en la bomba, siempre libere la presión de la cañería de inyección.
- Asegúrese de que la bomba no pueda ser encendida por personal no autorizado mientras se lleven a cabo los trabajos de reparación. Coloque señalética y barreras y notifique a su supervisor.
- No deseche las bombas que se han utilizado con materiales radioactivos. Siga las políticas y procedimientos de la faena para la eliminación de los materiales usados y no usados.
- Nunca repare el equipo mientras esté bajo presión. Siempre drene el líquido de las cañerías y mangueras.

## **6. Identificación de riesgos asociados al proceso de Lixiviación**

58) ¿Cómo se denomina el permiso requerido para trabajar en espacios confinados?  
Permiso de trabajo para espacios confinados.

59) ¿Verdadero o falso? Al preparar el proceso de lixiviación, es preciso seguir los procedimientos de trabajo. De este modo, se protege la seguridad personal y de los compañeros de trabajo y se evitan daños a los equipos.

Verdadero.

60) Mencione 3 acciones a realizar para minimizar los riesgos en el lugar de trabajo durante el proceso de lixiviación.

Responder con 3 enunciados cualquiera de los siguientes.

- Llevar a cabo un Análisis de Seguridad de Trabajo o una Evaluación de Riesgos para identificar los riesgos y peligros potenciales.
- Comprender la mejor manera de hacer el trabajo.
- Seguir los procedimientos del lugar de trabajo.
- Asegurarse de que las vías de acceso estén libres de obstáculos
- Asegurarse de que el área de trabajo esté limpia y ordenada, lista para el trabajo.
- Revisar y comprender la información de trabajo seguro suministrada por el fabricante del equipo.
- Procurar que los dispositivos de seguridad sean los correctos, que estén en su lugar y funcionen correctamente.
- Asegurarse de que los ventiladores de extracción están funcionando correctamente y los métodos de supresión de polvo están correctamente implementados.
- Asegurarse de que el área de trabajo esté bien ventilada.
- Asegurarse de que los sistemas de comunicación estén operando correctamente.
- Asegurarse de que los kits de primeros auxilios están bien equipados y disponibles.
- Asegurarse de que los dispositivos de emergencia -sistemas de alarma, extintores de incendios, paradas de emergencia estén operando apropiadamente.
- Colocar señalética de advertencia y barreras.
- Asegurarse de que los químicos peligrosos estén almacenados adecuadamente.
- Asegurarse de estar usando / vistiendo los EPP correctos.

61) Mencione 3 situaciones que pueden generarse durante el proceso de lixiviación y que dañan el medio ambiente.

- Derrames químicos, de combustibles y de aceites en el ambiente.
- Eliminación de desechos de materiales usados y sin usar, es decir, piezas y componentes antiguos de maquinaria, plásticos, contenedores y embalajes.
- Los incendios causados por químicos y mercancías peligrosas.



Consejo Minero  
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

