

# 2. Fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este módulo de 228 horas es que quienes cursan la especialidad sean capaces de realizar operaciones de fortificación de faenas subterráneas y de estabilización de caras de bancos de minería a cielo abierto, incluyendo la verificación visual de posibles deslizamientos de rocas, interpretando correctamente planos y programas de reforzamiento y reparando elementos previamente instalados.

Las labores subterráneas presentan alto riesgo de desprendimiento de rocas desde sus paredes y techos, al igual que las paredes de los bancos de minas a cielo abierto. En ambos casos, tanto la seguridad de las personas y de equipos, como de los programas de producción de la mina, se pueden ver afectados por la inestabilidad de las excavaciones.

La operación de fortificación realizada, según un diseño preestablecido y respetando los procedimientos de ejecución, permitirá mantener el equilibrio de las excavaciones, evitando así incidentes.

En el desarrollo de este módulo se aplican Objetivos de Aprendizaje Genéricos, como la ejecución de operaciones con la planificación, la lectura y el empleo de simbología de planos mineros, el diseño y los programas, el control de calidad y la ejecución de tareas según las normas de prevención de riesgos.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| MÓDULO 2 · FORTIFICACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS Y A CIELO ABIERTO   |  | 228 HORAS                          | TERCERO MEDIO |
|--|--|------------------------------------|---------------|
| OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD  |  |                                    |               |
| <p><b>OA 2</b><br/>           Instalar y realizar mantenimiento a elementos de fortificación en minas subterráneas y a cielo abierto, empleando equipos y herramientas, aplicando técnicas y procedimientos relacionados con las estructuras geológicas y métodos de explotación, de acuerdo al proyecto minero.</p> |  |                                    |               |
| APRENDIZAJES ESPERADOS   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN  | OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS |               |
| <p><b>1.</b> Revisa, en forma prolija, la existencia de rocas susceptibles de caer desde labores mineras a cielo abierto y subterráneo, realizando acuñadura y preparando el área donde se realizará la fortificación o su reparación.</p>   | <p><b>1.1</b><br/>           Verifica la estabilidad de estructuras geológicas y la presencia de planchones o material rocoso suelto susceptible de caer desde crestas, talud y berma (de banco de mina a cielo abierto) o desde paredes y techo (de labor subterránea), trabajando en equipo, según los procedimientos y normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p> | D                                  | K             |
|  | <p><b>1.2</b><br/>           Realiza acuñadura, desprendiendo planchones o material rocoso suelto susceptible de caer desde crestas, talud y berma (de banco de mina a cielo abierto) o desde paredes y techo (de labor subterránea), trabajando en equipo, según el procedimiento y normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>                                      | D                                  | K             |
|  | <p><b>1.3</b><br/>           Prepara el área de trabajo según el tipo de reforzamiento, considerando la correspondiente técnica de fortificación y las normas del Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>   | K                                  |               |

| APRENDIZAJES ESPERADOS   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN   | OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS |
|--|---|------------------------------------|
| <p><b>2.</b> Fortifica la labor minera y traslada equipos y materiales a una nueva ubicación, previniendo situaciones de riesgo.</p>   | <p><b>2.1</b><br/>Planifica el trabajo de fortificación de acuerdo a las características de los elementos de fortificación, los equipos y herramientas.</p>   | <p><b>C</b></p>                    |
|  | <p><b>2.2</b><br/>Sitúa los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al diseño de fortificación.</p>  | <p><b>B</b></p>                    |
|  | <p><b>2.3</b><br/>Fortifica la labor minera empleando equipos que estén en condiciones operativas, trabajando en equipo de acuerdo al diseño de reforzamiento, procedimientos de trabajo y reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>        | <p><b>D</b>      <b>K</b></p>      |
|  | <p><b>2.4</b><br/>Informa el resultado de la fortificación, empleando formatos, formularios y TIC disponibles.</p>  | <p><b>A</b></p>                    |
| <p><b>3.</b> Inspecciona prolijamente el estado de la fortificación, reparando los elementos dañados instalados en la labor minera y trasladando los equipos y materiales a una nueva ubicación.</p> | <p><b>3.1</b><br/>Detecta los elementos de fortificación instalados en la labor minera que están dañados o deteriorados, de acuerdo a procedimiento de trabajo y Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>   | <p><b>K</b></p>                    |
|  | <p><b>3.2</b><br/>Planifica el trabajo de reparación de fortificación de acuerdo a las características de los elementos de fortificación, los equipos y maquinarias.</p>  | <p><b>C</b></p>                    |
|  | <p><b>3.3</b><br/>Sitúa los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al plan de reparación de elementos de fortificación recibido.</p>  | <p><b>C</b></p>                    |
|  | <p><b>3.4</b><br/>Repara los elementos de fortificación trabajando en equipo, empleando equipos que estén en condiciones operativas adecuadas, de acuerdo a programa, procedimientos de trabajo y reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p> | <p><b>D</b>      <b>K</b></p>      |
|  | <p><b>3.5</b><br/>Informa el resultado de la reparación de la fortificación empleando formatos, formularios y TIC disponibles.</p>  | <p><b>H</b></p>                    |

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

| NOMBRE DEL MÓDULO  | <b>Fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto</b>   |
|--|--|
| NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE  | Detección de rocas sueltas en paredes y cajas de labores mineras   |
| DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD   | 8 horas  |
| APRENDIZAJES ESPERADOS   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE  |
| <p><b>1.</b><br/>Revisa, en forma prolija, la existencia de rocas susceptibles de caer desde labores mineras a cielo abierto y subterráneo, realizando acuñadura y preparando el área donde se realizará la fortificación o su reparación.</p> | <p>1.1 Verifica la estabilidad de estructuras geológicas y la presencia de planchones o material rocoso suelto susceptible de caer desde crestas, talud y berma (de banco de mina a cielo abierto) o desde paredes y techo (de labor subterránea), trabajando en equipo, según los procedimientos y normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p> |
| METODOLOGÍAS SELECCIONADAS   | Detección de fallas  |

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

##### Docente:

- › Se preocupa de recopilar videos e informaciones sobre las técnicas de detección de rocas sueltas.
- › Selecciona las herramientas a utilizar para que sus estudiantes realicen la labor de detección.
- › Selecciona implementos de seguridad.
- › Selecciona un lugar con material rocoso para llevar a cabo la actividad.
- › Explica a sus estudiantes la importancia de la fortificación de minas subterráneas.

##### Estudiantes:

- › Escuchan introducción de su docente.

##### Recursos:

- › Videos e informaciones sobre las técnicas de detección de rocas sueltas.
- › Implementos de seguridad.
- › Terreno rocoso para llevar a cabo la actividad.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>EJECUCIÓN</b> | <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Demuestra a sus estudiantes, en el aula y en terreno, las formas de detección de rocas sueltas, poniendo énfasis en la técnica empleada, en las herramientas y en las normas de seguridad.</li><li>› Entrega instrucciones a sus estudiantes para que una vez efectuada la demostración, en grupos, detecten rocas sueltas en terreno.</li><li>› Supervisa el trabajo de sus estudiantes.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Cada estudiante investigará en el aula cómo se manifiestan las rocas sueltas susceptibles de caer de las paredes, de las labores mineras subterráneas y a cielo abierto, y expondrá las metodologías que se emplean para detectarlas.</li><li>› Observan videos que describen la operación de detección de rocas sueltas.</li><li>› En el aula, trabajan en equipos, describiendo los procedimientos que observaron para la detección de rocas sueltas susceptibles de caer, poniendo atención en el trabajo colaborativo, en la técnica empleada, en las herramientas y en las normas de seguridad.</li><li>› Trabajando en grupos, realizan las operaciones de detección de rocas sueltas en terreno.</li><li>› Durante el trabajo práctico, los grupos evalúan el desempeño de otros equipos e indican los cumplimientos y faltas, según lo expuesto por su docente.</li><li>› Elaboran individualmente un informe sobre el trabajo práctico de detección de rocas sueltas en el trabajo minero.</li></ul> |
| <b>CIERRE</b>    | <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Cada grupo da cuenta del trabajo realizado, dando a conocer, tanto los aspectos que les resultaron fáciles de ejecutar como las dificultades.</li></ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Hace un resumen de la actividad, resaltando la necesidad del trabajo prolijo con respeto a los procedimientos y cuidando la prevención de riesgos.</li><li>› Realiza una síntesis del trabajo práctico hecho por cada grupo de estudiantes.</li></ul>   |

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

| NOMBRE DEL MÓDULO  | <b>Fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto</b>  |
|--|---|
| NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE  | Detección de rocas sueltas en paredes y cajas de labores mineras  |
| DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD   | 20 horas  |
| APRENDIZAJES ESPERADOS   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE   |
| <p><b>2.</b><br/>Inspecciona prolijamente el estado de la fortificación, repara los elementos dañados instalados en la labor minera y traslada los equipos y materiales a una nueva ubicación.</p> | <p>2.1 Planifica el trabajo de reparación de fortificación de acuerdo a las características de los elementos de fortificación, los equipos y maquinarias.</p> <p>2.2 Sitúa los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al plan de reparación de elementos de fortificación recibido.</p> <p>2.3 Repara los elementos de fortificación trabajando en equipo, empleando equipos que estén en condiciones operativas adecuadas, de acuerdo al programa, procedimientos de trabajo y reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p> |
| METODOLOGÍAS SELECCIONADAS   | Demostración guiada   |

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

|   |   |
|---|---|
| <p><b>PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD</b></p> | <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Recopila las herramientas y los equipos para realizar las labores de fortificación.</li> <li>› Reúne la información sobre los procedimientos de fortificación para sus estudiantes.</li> <li>› Conformar los grupos de trabajo y exige a sus estudiantes el uso de implementos de seguridad personal.</li> </ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Forman grupos de trabajo.</li> <li>› Escuchan instrucciones de su docente.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Videos sobre fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto.</li> <li>› Mina subterránea y/o a cielo abierto.</li> <li>› Implementos de seguridad personal.</li> <li>› Herramientas y equipos para realizar labores de fortificación.</li> </ul> |
|---|---|

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>EJECUCIÓN</b> | <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Muestra a sus estudiantes un video sobre fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto.</li><li>› Demuestra y explica en el espacio del colegio la aplicación de las técnicas de fortificación.</li><li>› Explica en terreno las operaciones que se realizan en las reparaciones de elementos de fortificación dañados, poniendo atención en los procedimientos de trabajo y en los riesgos que presentan.</li><li>› Da instrucciones a sus estudiantes para que propongan procedimientos dirigidos a la reparación de elementos de fortificación en el espacio del liceo.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Se informan sobre las técnicas y las herramientas más apropiadas para realizar una fortificación.</li><li>› Observan videos presentados por su docente sobre la fortificación.</li><li>› En visita a terreno, el grupo curso observa las operaciones que se realizan en las reparaciones de elementos de fortificación dañados, poniendo atención en los procedimientos de trabajo y en los riesgos que presentan.</li><li>› En terreno, los grupos repararán elementos de fortificación, aplicando los procedimientos de trabajo.</li><li>› En grupo, ejercitan las técnicas de fortificación aprendidas.</li><li>› Trabajan grupalmente, proponiendo procedimientos para la reparación de elementos de fortificación en el espacio del liceo.</li></ul> |
| <b>CIERRE</b>    | <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Cada grupo da cuenta del trabajo realizado, dando a conocer, tanto los aspectos que les resultaron fáciles de ejecutar como las dificultades.</li></ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Analiza con sus estudiantes las técnicas aprendidas, los riesgos que se corren en esta actividad y cómo prevenirlos.</li></ul>   |

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

2.

| NOMBRE DEL MÓDULO  |  | Fortificación de minas subterráneas y a cielo abierto  |  |
|--|--|--|--|
| APRENDIZAJES ESPERADOS   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN  | OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR   |  |
| <p><b>3.</b> Inspecciona prolijamente el estado de la fortificación, reparar los elementos dañados instalados en la labor minera y trasladar los equipos y materiales a una nueva ubicación.</p>   | <p><b>3.4</b><br/>Repara los elementos de fortificación trabajando en equipo, empleando equipos que estén en condiciones operativas adecuadas, de acuerdo al programa, procedimientos de trabajo y reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p> | <p><b>D</b><br/>Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros, <i>in situ</i> o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p> | <p><b>K</b><br/>Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.</p> |
| Selección de cómo evaluar  |  |  |  |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES   |  | INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS   |  |
| <p>En base a la actividad de reparación de elementos de fortificación dañados o deteriorados, las y los estudiantes ejercitan, en grupo, las técnicas de fortificación aprendidas. El o la docente los evalúa con una pauta de cotejo, después de un tiempo de ejercitación.</p> |  | <p>Pauta de cotejo con indicadores basados en los Criterios de Evaluación y los OAG.</p>   |  |

## BIBLIOGRAFÍA

**Atlas Copco-Trans Tech Publications.** (1986). *Manual para apertado de rocas.* Estocolmo: Atlas Copco.

**Billing, M. P.** (1963). *Geología estructural.* Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

**Brown, E. T. y Hoek, E.** (1985). *Excavaciones subterráneas en roca.* Ciudad de México: McGraw-Hill.

**Contreras, H. y Latorre, J.** (1994). *Fortificación de minas: serie Formación de expertos en seguridad minera.* Santiago de Chile: SERNAGEOMIN.

**SERNAGEOMIN.** (2010). *Guía metodológica para sistemas de fortificación y acuñadura.* Santiago de Chile: Autor, Departamento de Seguridad Minera.

## Sitios web recomendados

**Asociación Chilena de Seguridad.** *Medidas de seguridad en acuñadura manual.*  
Recuperado de: <http://prevencionderiesgosensectorpublico.blogspot.com/2012/06/saludos.html>

**Pinto, N. y Asociación chilena de Seguridad.** (1996). *Acuñadura manual.*  
Recuperado de: <http://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/Centro%20de%20Fichas/Documents/acunadura-mual.pdf>

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en agosto de 2014).