



CUADERNO DE INSTRUCTOR

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE FORTIFICACIONES
PERNOS, CABLES Y MALLAS

PROGRAMA: OPERADOR DE FORTIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA
AVANZADO MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH
FUNDACIÓN CHILE

Contenido:

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE FORTIFICACIONES PERNOS, CABLES Y MALLAS.....	3
1. Nociones Básicas de Fortificación Pernos, cables y Mallas.	3
1.1. Reglamento y Procedimientos de Fortificación.	3
1.2. Identificación de Peligro y Evaluación del Riesgo.....	5
1.3. ¿Qué es la Fortificación?	7
1.4. Dispositivos de Bloqueo.	8
1.5. Sistemas de Seguridad.	9
Actividad 1: Comprensión de nociones Básicas de Fortificación Pernos, Cables y Mallas.	12
2. Monitoreo del Proceso de Fortificación.	15
2.1. Tipos de Fortificación.	16
2.2. Problemas Frecuentes.....	26
2.3. Control de Calidad de la Fortificación.	27
Actividad 2: Reconocimiento de diferentes tipos de fortificación y sus características.	30
3. Secuencia de instalación de Fortificación.....	33
3.1 Secuencia de fortificación.	33
3.2 Tipos de Herramientas y fijaciones.....	35
3.3 Máquina Lechadora.....	40
3.4 Entrega de Novedades del Turno.	43
Actividad 3: Comprensión del proceso de la instalación de los diferentes tipos de fortificación y las diferentes herramientas y accesorios a utilizar.	44

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN DE FORTIFICACIONES PERNOS, CABLES Y MALLAS

1. Nociones Básicas de Fortificación Pernos, cables y Mallas.

Aprendizaje esperado: Reconocer las características apropiadas del área a fortificar.

Conceptos Claves

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN EL PROCESO DE FORTIFICACIÓN

Identificación de los riesgos asociados en la tarea de fortificación.

IDENTIFICAR LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FORTIFICACIÓN

Comprender cual es el principio fundamental de una fortificación en una mina subterránea y sus alcances

Introducción

Este capítulo tiene por objeto fijar las disposiciones generales que regulan las operaciones de fortificación de las diferentes labores de una Mina Subterránea. Para ello las personas, y los equipos usados en las faenas deberán cumplir las normas del D.S. N.º 132 de Minería, Reglamento de Seguridad Minera referidas a fortificación de faenas mineras. Asimismo, las normas contenidas en el presente capítulo tienen como objetivo particular fijar las condiciones de seguridad que deben cumplir las galerías, cavernas y desarrollos mineros, y que deben respetar las personas que las operan, con el fin de resguardar los riesgos que ellas representan.

Su cumplimiento, junto a una adecuada operación, garantiza un trabajo libre de riesgos.

1.1. Reglamento y Procedimientos de Fortificación.

El sistema de fortificación a utilizar debe fundarse en decisiones de carácter técnico, definido por especialistas y disposiciones generales que regulan las operaciones de fortificación de las diferentes labores de una Mina Subterránea. Para ello las personas, y los equipos usados en las faenas deberán cumplir las normas del D.S. N.º 132 de Minería, Reglamento de Seguridad Minera referidas a fortificación de faenas mineras.

Artículo 157 del D.S N° 132

Los trabajos subterráneos deben ser provistos, sin retardo, del sostenimiento más adecuado a la naturaleza del terreno y solamente podrán quedar sin fortificación los sectores en los cuales las mediciones, los ensayos, su análisis y la experiencia en sectores de comportamiento conocido, hayan demostrado su condición de auto soporte consecuente con la presencia de presiones que se mantienen por debajo de los límites críticos que la roca natural es capaz de soportar.

- Antes de iniciar cualquier operación de fortificación se debe proceder a acuñar y limpiar la labor a fortificar.
- Para maniobras de fortificación manual y en altura, se utilizarán equipos de levante apropiados que cumplan con las exigencias del Trabajo en Altura Física.
- Para la tarea de acuñadura se deben aplicar los siguientes criterios:
- Acuñar periódicamente las zonas que se suponen agrietadas. Debe comprender el techo y las cajas. El techo debe quedar tan liso como sea posible.
- Utilizar herramientas o barretillas adecuadas de un largo mínimo de 1,20 metros y máximo de 3 metros y un diámetro aproximado de 4 centímetros.
- Disponer, para mayores alturas, de soportes tipo andamios portátiles o de equipos especiales montados en ruedas, que permitan el trabajo seguro.
- Personal que realice esta labor debe estar adecuadamente entrenado, debe saber dónde ubicarse y cómo actuar.
- Probar la firmeza de las cajas y techo con unos de los extremos de la barretilla.
- Emplear la barretilla de largo adecuado y por el extremo que facilite el desprendimiento de la roca suelta.
- Ubicarse siempre bajo el techo firme y ya acuñado.
- Usar la barretilla al costado del cuerpo e inclinada a 45° al golpear o palanquear las rocas sueltas.
- Disponer de lámparas mineras buen estado.
- No acuñar aprovechando fondos de tiros, ya que en ellos puede haber residuos de explosivos.
- No acuñar desde altura, como equipos de levante, andamio, escaleras o similar, sin empleo del cinturón y cola de seguridad, u otra medida de protección.
- Si se requiere acuñar un sector donde existan conductores eléctricos protegidos o desnudos, la acuñadura deberá hacerse hasta un metro antes de los cables, en que se garantice que no ocurrirá contacto eléctrico, tanto con la barretilla

acuator como con otros elementos que se use. Si es necesario se deberá energizar los conductores.

- Ante emergencias geo mecánicas, tales como desmoronamiento, caída de rocas, agrietamiento de techo/caja/frente de una labor o cualquier condición de inestabilidad del terreno que ponga en riesgo la integridad de las personas y/o instalaciones, la persona que lo detecta deberá en forma inmediata evacuar el área comprometida, luego comunicar al supervisor a cargo del lugar, quien instalará señalización prohibitiva de ingreso (letreros No Pasar) y avisará a personal Geo mecánico. Luego, en virtud de la magnitud de la emergencia, el geo mecánico procederá a evaluar la situación y entregarán los lineamientos a seguir para superar la condición.
- Antes del uso de los equipos se debe verificar que los dispositivos, materiales y estructuras estén en condiciones adecuadas y seguras de funcionamiento.
- Al realizar trabajos de fortificación de alto grado de dificultad, ya sea por su forma de ejecución o por los riesgos involucrados, se deben adoptar todas las medidas de seguridad para no poner en peligro la seguridad e integridad de los trabajadores.
- No se debe usar anillos, joyas, cadenas metálicas de reloj, pulseras metálicas, etc., ya que estos artículos pueden ser cogidos por piezas en movimiento o entrar en contacto con circuitos energizados.

1.2. Identificación de Peligro y Evaluación del Riesgo.

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan o el ambiente de trabajo.

El objetivo del proceso de evaluación de riesgos es eliminar un peligro o reducir el nivel de su riesgo mediante el control de este, según sea necesario. De este modo, se ha creado un lugar de trabajo más seguro. Es un paso importante en la protección suya y de sus compañeros de trabajo.

Uno de los riesgos más importantes de accidentes en las labores mineras subterráneas, es la caída de rocas desde el techo de las galerías o de sus cajas o costados. Al construir labores subterráneas, se extrae un volumen de masa rocosa que provoca cambios en las condiciones naturales de equilibrio. Se crean espacios en los cuales las caras libres quedan sometidas a fuerzas que quedan sin oposición y convergen hacia el espacio vacío, provocando grietas en el techo y las cajas, y pueden generar el desprendimiento de rocas sueltas o planchones y estos son los que provocan una gran cantidad de accidentes en las tareas y labores en mina subterránea.

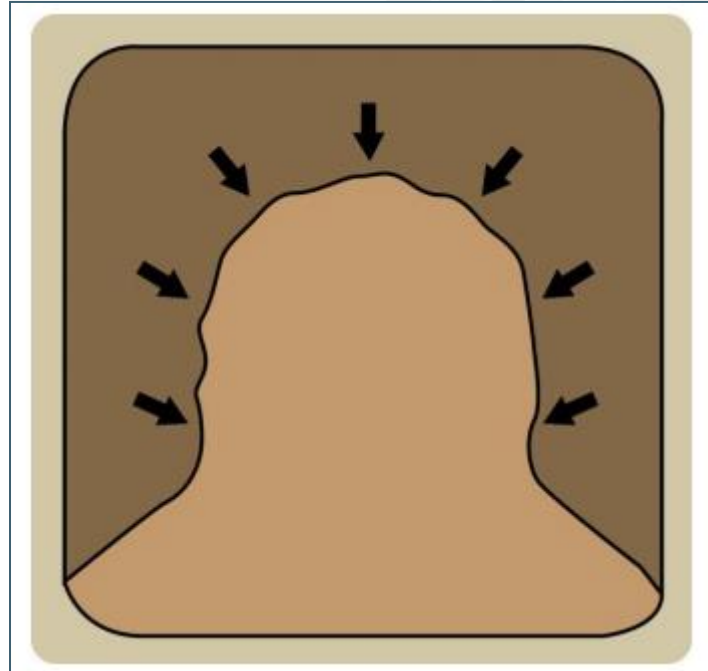


figura 1

Los accidentes por desprendimiento pueden favorecerse por condiciones inadecuadas de:

- Características y condiciones determinadas de la masa rocosa.
- Forma y dimensiones de la excavación.
- Método empleado de explotación.
- Debilitamiento producido por las tronaduras.
- Presencia de agua.

Estas condiciones pueden aumentar el agrietamiento de la roca en el tiempo. La prevención de estos riesgos comienza con un adecuado diseño de las labores mineras, un correcto diagrama de disparo y una adecuada dosificación de explosivos. No obstante, la acñadura es fundamental para el mantenimiento de labores seguras y la fortificación en aquellos casos que no presente la condición de auto soporte. De esta manera, el objetivo de estas acciones es asegurar la estabilidad física de labores de las obras en minas subterráneas.

Siempre debemos tener en cuenta antes de la fortificación:

- ✓ Uso de los elementos de protección personal.
- ✓ Una inspección del sector en donde se trabajará.
- ✓ Deberá en conjunto a sus trabajadores realizar el ART (análisis del Riesgo de la Tarea
- ✓ Aplicar todas las medidas preventivas (Tales como cerrar todos los accesos al sector).
- ✓ Confinamiento de área

- ✓ Controlar el estado de herramientas y uso de los Elementos de Protección Personal.
- ✓ El confinamiento del área con letrero “ÁREA RESTRINGIDA”. Mientras se desarrolla esta actividad.
- ✓ De ser necesario acunadura en altura designara un operador y utilizara un equipo de levante, quienes trabarán en forma muy bien coordinadas realizando la tarea.
- ✓ Instalará equipos auxiliares de iluminación, como focos halógenos cuando sea necesario.
- ✓ Verificar visualmente o con algún instrumento estado la ventilación, pisos y nivel de agrietamientos en el sector, roturas, cercanas con otras labores y tomar las medidas preventivas necesarias tales como, la construcción de tapados, el uso de arnés y cola de seguridad cuando se trabaje en altura.
- ✓ Solicitará desenergizar, retirar y/o proteger cajas e instalaciones eléctricas, con el propósito de evitar contactos eléctricos.
- ✓ Cortar suministros en los puntos señalizados dejando su tarjeta de bloqueo, y proteger las cañerías de agua y aire, desacoplando mangueras y dejando válvulas abiertas para descargarlas en el sector involucrado en la tarea.
- ✓ Retirar a todo el personal ajeno a la operación.
- ✓ La fortificación de labores mineras tiene los siguientes objetivos básicos:
 - Proteger a las personas
 - Evitar derrumbes
 - Evitar deformaciones de las labores subterráneas.

1.3. ¿Qué es la Fortificación?

FORTIFICACION. “La Fortificación de minas es una construcción artificial” que se hace en la excavación subterránea para prevenir la destrucción de la roca circundante y preservar las dimensiones de la sección que tiene un túnel o galería, la fortificación como una obra más de la ingeniería debe satisfacer una serie de exigencias: Técnicas, Productivas y Económicas.

Principios Fundamentales de la Fortificación

- La zona de roca que circunda al túnel interviene en la estabilidad de la excavación y es el principal elemento del que depende ésta.
- Instrumentar las deformaciones en función del tiempo, con ayuda de clasificaciones geo mecánicas y ensayos de laboratorio.
- Colocar sostenimientos iniciales flexibles, protegiendo el macizo de meteorizaciones, descompresiones, cohesiones, etc., con la velocidad adecuada, para evitar el comienzo de daños.

- Colocar el revestimiento definitivo, si es necesario, también flexible, minimizando así los momentos flectores, añadiendo resistencia adicional con cerchas o pernos, pero no con secciones rígida

La fortificación en labores mineras tiene los siguientes objetivos básicos:

- Evitar derrumbes
- Proteger a los trabajadores, equipos, herramientas y materiales
- Evitar deformaciones de las labores subterráneas.

La fortificación se la realiza en todas las labores mineras como:

- Galerías
- Chimeneas
- Preparación y explotación rajos
- Lugares de acopio de mineral o materiales

La fortificación se realiza para evitar derrumbes no planificados, existen diversos tipos de fortificación, ellos se pueden clasificar:

1.4. Dispositivos de Bloqueo.

Los dispositivos de bloqueo están asociados a delimitar o confinar las áreas en donde se está realizando la tarea de fortificación, con la finalidad de evitar el acceso a personas no relacionadas con la actividad de fortificación y de esta manera controlar los riesgos de esta.

CONFINAR: Acción de limitar la entrada a un sector por todos sus accesos en donde se estén realizando trabajos con equipos o sólo personas, mediante letreros “Área Restringida”, estas señalizaciones deben ubicarse de tal modo que sean vistos por cualquier persona que quiera ingresar al área, preferentemente, a una altura de 1,50 m con respecto al piso, al medio de la galería confinada.

Las señaléticas que se muestran a continuación deben ser usadas y respetadas.



figura 2



figura 3

1.5. Sistemas de Seguridad.

La aplicación de los sistemas de seguridad no excusa a ningún trabajador, sea de la empresa que sea, de la obligación de respetar todos los procedimientos y normas establecidas, para la prevención de riesgos a las personas, equipos e instalaciones, evitando la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales.

- También el sistema de seguridad define las atribuciones, responsabilidades, obligaciones, deberes de los supervisores y de todos los trabajadores de las empresas, cuando sea necesario realizar operaciones de fortificación, incluyendo la obligación de que los trabajos y operaciones se realicen tomando todas las medidas de seguridad que sean necesarias, para proteger eficazmente la vida y salud de quienes las realicen.
- Las personas que realicen actividades de saneamiento, acuñadora y de fortificación deben contar con un entrenamiento y capacitación.

- Las personas expuestas en áreas propensas a riesgos propios del macizo rocoso deben estar entrenadas y capacitadas respecto a identificar peligros, métodos de control y conocer las zonas de seguridad y resguardo, además de estar instruidos y entrenados para actuar en caso de emergencia.
- Todo trabajo deberá ser planificado por el supervisor a cargo, determinándose claramente los sectores a fortificar, el alcance de los trabajos a realizar en cada uno de ellos, los medios que se emplearán en su ejecución, el tiempo aproximado que durará la operación, riesgos asociados a la tarea y las medidas preventivas respectivas.
- Antes de iniciar la faena y cualquier operación de fortificación, el supervisor deberá revisar y evaluar el área a fortificar para luego, una vez terminada la observación y definida la aplicación de la tarea de fortificación, se debe realizar la ART (análisis del Riesgo de la Tarea), en conjunto con los trabajadores que intervengan en esta operación.
- El supervisor de operaciones debe coordinar los trabajos de perforación, tronadura u otros con las demás áreas si es necesario cuando se efectúen trabajos de fortificación.
- El personal destinado a la ejecución de los trabajos de fortificación debe estar capacitado de acuerdo con el cumplimiento de los siguientes requisitos:
 - ✓ Curso básico teórico de geo mecánica aprobado
 - ✓ Conocer y aplicar el Estándar de Control del Terreno
 - ✓ Presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas
- Es obligación del personal, que interviene en la fortificación de las labores, proceder previamente a la acuñadura del sector a fortificar si esto involucra alguna condición de riesgo no controlado para las personas que intervendrán en él.
- Todo el personal que opere o tenga a su cargo equipos y/o instalaciones para fortificación, debe estar instruido en forma precisa acerca del procedimiento a seguir cada vez que se detecten desperfectos en el funcionamiento de estos.
- Todo personal deberá estar atento ante cualquier acción o condición insegura que se presente en el desarrollo de la faena. Si esta situación se produce, está facultado para detener el trabajo e informará de inmediato a su supervisor. Si la situación afecta a otro trabajador, deberá proceder de la misma forma.
- Toda persona que intervenga en un trabajo de fortificación deberá adoptar una posición segura; evitando poner en riesgo su integridad física y la de los demás.

- Todas las comunicaciones relevantes deberán transmitirse en forma clara y precisa, y ser repetidas para verificar la comprensión del mensaje.
- Los trabajadores que desempeñan funciones de fortificación en una actividad que, en general, representa un potencial de peligro y riesgo, por lo cual deberán tener presente que constituye falta grave a sus obligaciones laborales, las acciones, omisiones e imprudencias temerarias en el trabajo.
- Se deben utilizar en todo momento los elementos de protección personal durante el trabajo, tales como casco, lentes, guantes, botín de seguridad, lámpara minera, autor rescatador, protector respiratorio. Cuando existan trabajos que requieran equipamiento especial deberá establecerse en las instrucciones que el personal reciba antes de comenzar el trabajo.

Repaso de Conceptos Claves

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN EL PROCESO DE FORTIFICACIÓN

Identificación de los riesgos asociados en la tarea de fortificación.

IDENTIFICAR LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FORTIFICACIÓN

Comprender cual es el principio fundamental de una fortificación en una mina subterránea y sus alcances

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad 1: Comprensión de nociones Básicas de Fortificación Pernos, Cables y Mallas.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	

1. Objetivo:

- Reconocer y comprender que es la fortificación y los riesgos asociados a esta tarea respetando los reglamentos y procedimientos establecidos por la empresa.

2. Materiales y recursos:

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: Identifican los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de Fortificación. Y de dónde pueden provenir estos. También deberán describir porque es necesaria la fortificación.</p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explica la necesidad de fortificar, de reconocer y evaluar los riesgos en la tarea de fortificación.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none">a) Identifican porque la Fortificación de minas es una construcción artificial que se hace en la excavación subterránea para prevenir la destrucción de la roca circundante y preservar las dimensiones de la sección que tiene un túnel o galería.b) Reconocen la inspección visual como técnica para la identificación de peligros y evaluaciones de los riesgos.c) Identifican los sistemas de bloqueo para un área que se realiza la fortificación.d) Identifican los elementos de protección personal que deben usar en la tarea de fortificación. <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none">• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario

**Duración
de la
actividad**

60 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control en el desarrollo de la tarea, un buen análisis del Riesgo de la tarea nos va a permitir evitar y prevenir los accidentes en esta tarea.

Reforzará los sistemas de bloqueo y que los participantes comprendan los fundamentos básicos de la fortificación y donde se debe realizar la fortificación. El instructor podrá utilizar videos explicativos para esta actividad en donde se logre identificar los temas antes mencionados.

Es importante reforzar los reglamentos y procedimientos establecidos por la empresa, el que debe ser conocido y respetado por todo el personal que realiza estas tareas.

2. Monitoreo del Proceso de Fortificación.

Aprendizaje esperado: Reconocer los diferentes tipos de fortificación según las condiciones del área.

Conceptos Claves

TIPOS DE FORTIFICACIÓN

Reconocer los diferentes tipos de fortificación que se pueden utilizar con el fin de mantener las condiciones de seguridad de las galerías

DESVENTAJAS EN PROCESO DE FORTIFICACIÓN

Situación menos favorable en los diferentes componentes de fortificación.

Introducción

Los sistemas de fortificación son un conjunto de elementos que son instalados durante la construcción de una labor subterránea, con el fin de estabilizar el contorno de la excavación producto del mismo desarrollo y de la actividad minera a través de 3 objetivos como son: reforzar, sostener y contener los bloques. En general los tipos de fortificación buscan proteger la integridad física de las personas y de los equipos mineros, además de asegurar el negocio minero dándole estabilidad a la excavación minera. Las técnicas de diseño labores subterráneos aceptadas en la actualidad están basadas considerando los siguientes fundamentos: El principal auto soporte de una excavación subterránea es la roca que rodea a dicha excavación, ya que al realizar la excavación se va formando un arco de descarga alrededor del túnel que transmite las tensiones a ambos lados de la excavación. Es por lo anterior que para facilitar la distribución de las tensiones en los túneles se deben diseñar con formas redondeados evitando la formación de ángulos en las esquinas. Como primer principio siempre es conveniente mantener lo menos alteradas las características iniciales de la roca, generalmente en las excavaciones de túneles se usan explosivos, por lo que se deben emplear técnicas que minimicen los efectos de las tronaduras sobre la roca. La fortificación o sostenimiento se aplicará de forma que el terreno deje de deformarse y la roca alcance o desarrolle su capacidad de auto soporte.

2.1. Tipos de Fortificación.

Fortificación Definitiva: Se instalan para asegurar la estabilidad de las labores y sus singularidades y se instalan en forma posterior a los disparos de avance para toda la vida útil del proyecto.

Ejemplo:

- ✓ Cables de Acero
- ✓ Pernos con resina o cementados
- ✓ shotcrete,
- ✓ marcos metálicos y otros.

Desde el punto de vista de la función de un sistema de sostenimiento, se clasifican como Fortificación Activa y Fortificación Pasiva.

Fortificación Activa: Son aquellos elementos o sistemas de soporte que ejercen acción soportante, desde el mismo momento en que son instalados, mediante la aplicación de una carga externa sobre el macizo rocoso. También se definen como activos, aquellos sistemas que modifican el interior del macizo. Entre estos tenemos los Pernos con Anclaje s Expansivos, Pernos tensados y Cables de Acero tensados, Split set y otros.

Fortificación Pasiva: Son aquellos elementos o sistemas de soporte que no aplican ninguna carga externa al momento de la instalación y sólo trabajan cuando el macizo rocoso experimenta alguna deformación o cuándo son solicitados estáticamente. También se definen como Pasivos los sistemas que modifican el exterior de la excavación: Entre estos se encuentran las mallas, Soporte con Maderas, Marcos Metálicos, Shotcrete, etc. En la industria minera se conocen los siguientes elementos de fortificación:

- Pernos
- Cables
- Malla
- Madera
- Marcos metálico
- Hormigón armado
- Shotcrete

Fortificaciones rígidas Que son las que sostienen sin permitir ningún movimiento de la roca y deben serlo bastante resistentes para sujetar los bloques que puedan caerse. Los sistemas más usados para estas fortificaciones son los marcos que pueden ser de madera o acero.

Fortificaciones flexibles Son fortificaciones que permiten deformaciones de la roca con lo que se alivian los esfuerzos y al deformarse mejoran sus propiedades resistentes. Son la mayoría de las fortificaciones y la mayor parte, pernos de anclajes y cables.

CLASES DE FORTIFICACION En la industria minera se conocen las siguientes clases de fortificación:

- Con pernos de anclaje
- Con pernos de anclaje y malla
- Con madera
- Con arcos metálicos
- Con hormigón armado
- Con shotcrete

FORTIFICACIÓN CON PERNOS DE ANCLAJE

Actualmente se usan diferentes tipos de pernos de anclaje. Muchos de ellos tienen muy poca diferencia uno de otro y en su diseño son variedades del mismo concepto. Sin embargo, es posible clasificar a estos de acuerdo con el sistema de anclaje o sujeción. Este puede ser anclaje puntual (extremo) o sistemático a lo largo de toda la barra del perno o anclaje repartido. Solamente los más ampliamente difundidos se considerarán en la siguiente clasificación:

- Pernos anclados mecánicamente
- Pernos anclados con resina o cemento
- Pernos anclados por fricción

Debido a los riesgos propios que conlleva el empernado de roca, su instalación se debe efectuar con el cuidado que merece. Es por esta razón que se debe hacer lo posible por capacitar a todo el personal para que puedan aplicar los procedimientos técnicos del sostenimiento en forma adecuada. Por su parte, los supervisores deben velar por que dichos procedimientos se apliquen siempre. La selección y el método de instalación de un perno para roca dependen de lo siguiente; el tipo de roca, el tamaño y la dirección del movimiento del macizo rocoso, la presencia de agua o humedad y la duración planeada para la labor.

Generalidades de los Pernos de Anclaje: El número de pernos de anclaje depende del tamaño de la roca a asegurarse y del grado de peligro de caída de la misma. Como guía para áreas normales que necesiten pernos de anclaje, podemos decir que pueden estar espaciados cada 1.20 m de distancia.—Los pernos de anclaje deben instalarse en una posición tal que le permita pasar por la fractura o fracturas y la roca madre, permitiendo de esta manera que la chaveta quede fija en la roca firme. Los pernos de anclaje son de diferentes diámetros ($3/4"$, $1/2"$, $1"$) y vienen en largos de 4', 6' y 8'. La plancha del perno de anclaje, en lo posible, debe ser perpendicular al perno de anclaje y esto debe ser considerado el momento que se elija el lugar donde se colocará el perno. La inclinación de los pernos de anclaje es muy importante para su efectividad. En lo posible el perno debe ser colocado perpendicular a la fractura o fracturas y a la cara de la roca.

CARACTERÍSTICAS PERNOS ANCLADOS MECÁNICAMENTE

- Su uso es limitado a rocas moderadamente duras a duras, masivas con bloques o estratificadas, sin presencia de agua.
- El diámetro del taladro es crítico para el anclaje, recomendándose un diámetro de 35 a 38 mm
- Pierden su capacidad de anclaje como resultados de las vibraciones de las tronaduras, por lo que no es recomendable utilizarlo en terrenos cercanos a áreas de voladuras.
- Solo pueden ser usados para reforzamiento temporal

FORTIFICACIÓN CON PERNOS ANCLADOS MECÁNICAMENTE.

Los pernos de anclaje constan de las siguientes partes:

- Chaveta de expansión
- Perno de anclaje
- Plancha metálica ($4' \times 4'$ y $1/4"$ de espesor)
- Tuerca del perno

Tipos de pernos de anclajes

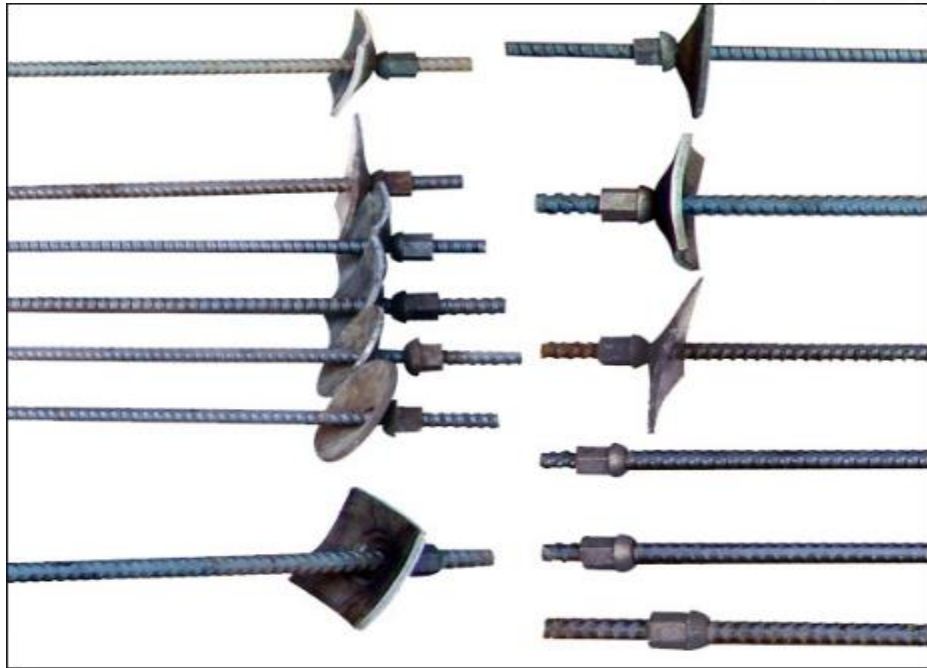


figura 4

PERNOS ANCLADOS CON RESINA O CEMENTO:

Los pernos de anclaje por adherencia, con resina o cemento han sido usados en los últimos 40 o 50 años en minas y construcciones civiles. El tipo más comúnmente usado es el perno, barra de fierro o acero tratado. Se utiliza cemento o resina como adherente. Debe asegurarse la adherencia necesaria para solidarizar la barra al terreno. La resina resulta conveniente para ser usada en pernos sometidos a altas tensiones desde momentos tempranos y se prestan para pretensado, lo cual no descarta su uso en pernos sin tensión previa. En cualquiera de sus variedades, es recomendable para soporte temporal o permanente bajo variadas condiciones de rocas. El perno de acero tratado se utiliza predominantemente en aplicaciones de ingeniería civil para instalaciones permanentes. Hace pocos años atrás se anticipó que la resina podría, en general, reemplazar el uso del cemento como agente adherente, sin embargo, por una serie de razones, principalmente el costo, esto no ha ocurrido.



figura 5

PERNOS ANCLADOS POR FRICCIÓN: Estos pernos representan el más reciente desarrollo en la técnica del anclado.

- Split set



figura 6

- Swellex



figura 7

Para ambos sistemas, la resistencia a la fricción para el deslizamiento entre la roca y el acero, sumado a la acción mecánica de bloqueo es generada por la fuerza axial entre la superficie del barreno y el perno. En instalaciones transitorias la presencia de humedad no es inconveniente, pero debe descartarse para uso permanente bajo estas condiciones. Aunque los dos sistemas están descritos bajo un mismo denominador, estrictamente hablando solo el Split set es realmente de fricción. En caso del swellex, combina la fuerza de fricción sumada al mecanismo de expansión del perno al interior del barreno que habitualmente tiene paredes irregulares. Esta situación genera una acción de bloqueo que permite obtener alta resistencia a la tracción. Ambos pernos son habitualmente usados en minería, y su uso en ingeniería civil es limitado, pero el Swellex está ganando campo en trabajos de túneles.

FORTIFICACIÓN CON CABLES DE ACERO

Un cable de acero es un conjunto de alambres de acero, retorcidos helicoidalmente, que constituyen una cuerda de metal apta para resistir esfuerzos de tracción con apropiadas cualidades de flexibilidad. El cable de acero está formado por tres componentes básicos. Aunque pocos en número, estos varían tanto en complejidad como en configuración de modo de producir cables con propósitos y características bien específicas. Los tres componentes básicos del diseño de un cable de acero normal son:

- Los alambres que forman el cordón.
- Los cordones.
- El alma.

Los alambres: Son las unidades básicas de la construcción del cable de acero. Los mismos se arrollan alrededor de un centro en un modo específico en una o más capas, de manera de formar lo que se denomina un “cordón”.

Los cordones: Se arrollan alrededor de otro centro llamado “alma” y de esta manera se conforma el cable de acero.

La forma más simple de representar un cable de acero es por su sección transversal:

- Este sistema ha sido utilizado en refuerzos de estructuras rocosas de obras civiles en los pasados 20 o 30 años. Este sistema fue introducido en la industria minera hace unos 15 a 20 años, teniendo un notable desarrollo en sistemas sin pretensión.
- Hay varios hechos en el uso del cable flexible respecto de la barra de acero o acero tratado que lo hacen particular. Por ejemplo, la variación del largo del barrenos no le afecta por cuanto el cable puede ser instalado en cualquier longitud y en galerías estrechas, tiene una alta capacidad de soporte de carga, con un costo más reducido y por último se presta notablemente para la mecanización.
- Su uso como elemento de anclaje está creciendo rápidamente y son utilizados en sistemas permanentes de fortificación. En ingeniería civil ha tenido notable desarrollo. El cable normalmente utilizado corresponde al tipo 15,2 mm x 7 torones. Fortificación con cable y resina

Los campos de aplicación son en el control de bloques inestables, tales como:

- Excavaciones de gran tamaño, puntos de extracción, piques de traspaso, intersecciones de galerías
- Una vez instalados y anclados pueden tensarse por medio de herramientas especiales, con lo cual se obtiene mayor estabilidad de la roca al lograr un reforzamiento adicional. Posteriormente se cementan en toda su longitud (o no) consiguiéndose un mayor confinamiento y protección a la corrosión.
- La función principal del cemento o resina es la de transferir la carga de la roca al cable, además de cumplir con la función de anclaje cable- macizo.

Cables para anclaje.



figura 8

Partes de Cables anclados.

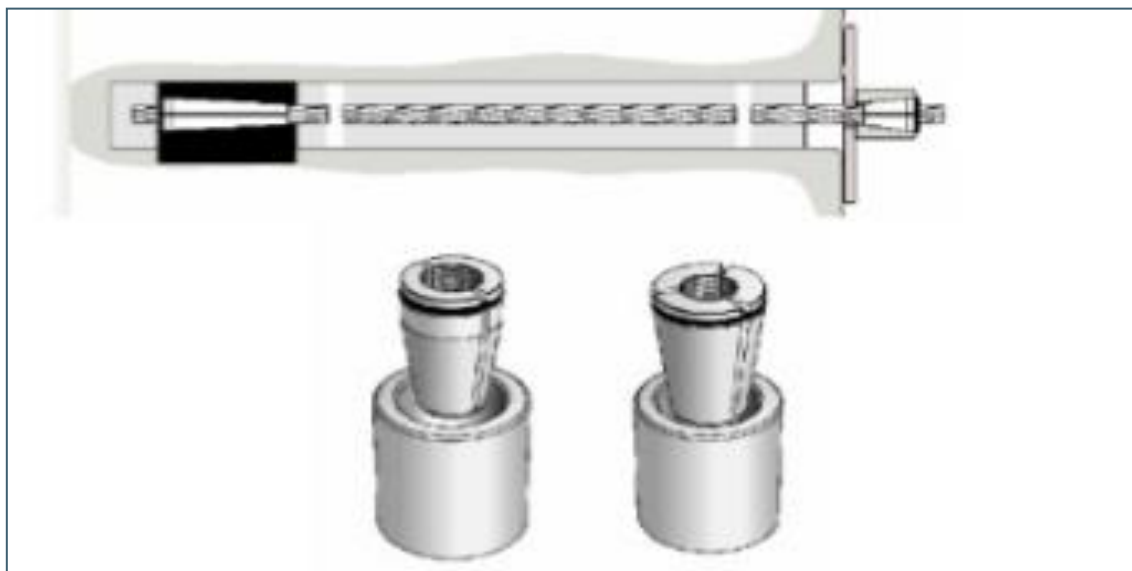


figura 9

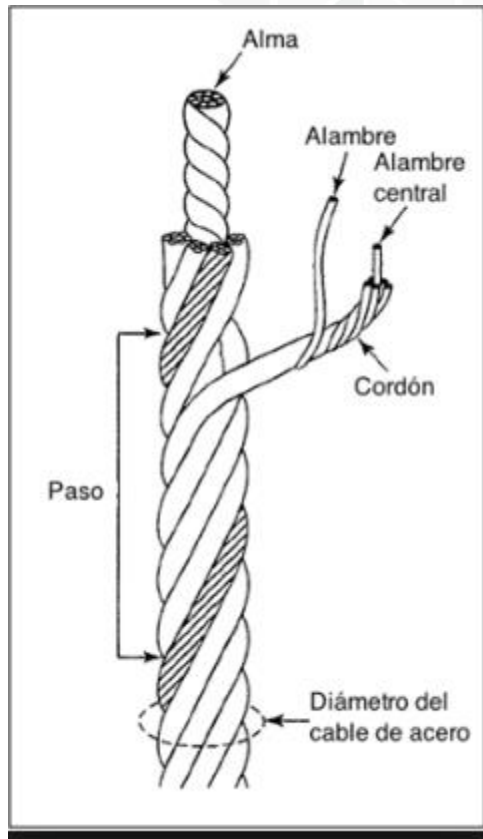


figura 10

FORTIFICACIÓN CON MALLAS DE ACERO

Las mallas para fortificación de túneles están fabricadas, por alambre de acero especial de alta resistencia, en diferentes grosores, lo que permite utilizar una mayor distancia entre los anclajes. Su uso es especialmente indicado en zonas comprometidas por estallidos de rocas o donde el macizo rocoso está muy alterado y por lo tanto muy fragmentado. El alambre está protegido contra la corrosión por una aleación especial 4 veces superior al galvanizado habitual, lo que lo hace muy útil y usado en ambientes mineros.

ENMALLADO: Es la aplicación de una malla metálica sobre una red de fortificación por apernado que limita el tamaño del posible planchoneo entre pernos, a lo menos al hueco que la malla define lo que es posible de usar como elemento de apoyo en shotcrete.

En minería hay dos tipos de mallas que son las utilizadas:

- Las Mallas Mineras Electro soldadas
- Las Mallas Tejidas, trenzadas o de “bizcocho”

Tipos de mallas Electro soldadas.

- Las mallas soldadas se caracterizan por tener medidas y pesos conocidos, tiene uniones más sólidas y terminaciones de alta calidad, al tener uniones soldadas que no se "corren", las secciones de acero se mantienen sin variación y por tratarse de elementos prefabricados, las mallas soldadas son fáciles y rápidas de instalar, ahorrando tiempo y dinero. Malla tejida o de “bizcocho”
- La principal característica de las mallas tejidas es su alta flexibilidad y capacidad de absorber importantes cantidades de energía, dependiendo de su instalación. Es muy eficiente en la retención de bloques pequeños inestables, provocados por eventos sísmicos, activaciones estructurales y otros.
- Para la fortificación, las mallas se instalan apegadas a las paredes de la labor, con todas sus singularidades, siendo afirmadas con pernos de anclaje o con lechada, dependiendo de la durabilidad y afianzadas a la superficie de la roca con planchuelas y tuercas. Entre una y otra malla deben ser traslapadas en sus bordes periféricos.
- Las mallas metálicas se usan como parte de sistemas de fortificación, y es un muy buen complemento al shotcrete.

Malla Electro Soldada



figura 11

Malla Tejidas o Bizcocho



figura 12



figura 13

2.2. Problemas Frecuentes.

Desventajas con pernos anclados mecánicamente

- Su uso está limitado a rocas moderadamente duras a duras.
- Difícil de instalar.
- Debe ser monitoreado después de su instalación.
- Pierde capacidad debido a tronaduras cercanas o cuando la roca se fractura alrededor de la zona de expansión.

Desventajas con los cartuchos de resina

- Dificultad con los cartuchos de resina en ambientes subterráneos que pueden afectar su uso
- En determinados casos su manipulación representa un riesgo

Desventajas con pernos instalados por fricción

- Relativamente caro
- Se requiere protección contra la corrosión si se usa en instalaciones permanentes
- Se requiere una bomba para su instalación. (Swelllex)

Desventajas de los cables de acero

- Una pretensión del cable sólo puede ser posible con una instalación especial
- El uso de cemento estándar requiere de varios días de fraguado, antes que el cable pueda tomar carga

2.3. Control de Calidad de la Fortificación.

El control de calidad es el conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores. La función principal del control de calidad es asegurar que los sistemas instalados cuenten con las certificaciones y cumplan con los requisitos de calidad adecuadas para el trabajo requerido.

ESTRUCTURA GUÍA DE FORTIFICACIÓN

La guía de diseño busca dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde?: ubicación de los problemas de estabilidad o puntos críticos del proceso de extracción.
- ¿Por qué?: motivos de la inestabilidad.
- ¿Qué?: acciones que se requieren para manejar los problemas de estabilidad.
- ¿Cómo?: forma de implementar las acciones propuestas.

Un procedimiento de diseño intenta:

- Identificar la demanda del macizo rocoso.
- Seleccionar el sistema de fortificación para satisfacer la demanda del macizo.
- Especificar patrón y secuencia de instalación.

Definiciones Básicas Refuerzo:

- Es considerado como un mejoramiento del total de las propiedades en el macizo rocoso. Por lo tanto, incluye toda técnica y dispositivos instalados en el interior del macizo rocoso.
- Tales como: pernos, Cables, etc.
- Soporte: Es la aplicación de una fuerza reactiva en la superficie de la excavación, incluye técnicas y dispositivos como: relleno, marcos metálicos, muros, shotcrete, malla, etc.

Sistema de Fortificación: Combinación de refuerzo y soporte.

Etapas de un procedimiento de diseño:

- Identificar el mecanismo de falla.
- Estimar el área en que el soporte debe satisfacer la demanda.
- Estimar la demanda de fuerza y desplazamiento.
- Seleccionar el sistema de fortificación.
- Diseñar patrón y secuencia de instalación (memoria de cálculo).
- Especificar el diseño completo de la fortificación (plano).

Parámetros para considerar Geotécnicos-geo mecánicos:

- Tipo de roca
- Campo de esfuerzos
- Presencia de estructuras
- Presencia de agua.

Operacionales:

- Función de la excavación
- Geometría (forma, tamaño y orientación)
- Método de explotación
- Técnicas de excavación
- Cercanías con otras excavaciones
- Temporalidad de la excavación

Aspectos generales para considerar

- Tasa de fortificación requerida
- Costos asociados a los elementos de fortificación
- Tiempo requerido para el funcionamiento del soporte
- Disponibilidad

- **Demanda del macizo rocoso** Caracterizar la demanda del macizo rocoso, según parámetros geotécnico- geo mecánicos y operacionales. La demanda del macizo rocoso es generalmente variable a través del tiempo, dificultando su cuantificación, ejemplo, cargas en zona de intersección.
- **Capacidad de los elementos y sistemas de fortificación** Clasificar los sistemas de fortificación según su función, capacidad de carga y de deformación.
- **Satisfacción de la demanda** Relacionar la demanda con la capacidad de los sistemas de fortificación adoptando un criterio de aceptabilidad (fuerza – desplazamiento, daño observado, etc.)
- **Demanda del macizo rocoso**
- **Parámetros geotécnico-geomecánicos**
- **Parámetros operacionales.**

ANTECEDENTES NECESARIOS PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE FORTIFICACIÓN ADECUADO

- **Antecedentes Geológicos** Método de Explotación y Layout Unidades Litológicas Propiedades y Clasificación Estructuras y Sistemas Estructurales Propiedades y Orientación Panel Caving y sus Variantes Altura de Columna Sectores Aledaños Magnitud y Orientación de Esfuerzos Zona de Pre-Minería (Estático) Zona de Transición (Dinámico) Zona de Relajación (Estático) Geometría de la Excavación Orientación Forma Tamaño Temporalidad

Repaso de Conceptos Claves

TIPOS DE FORTIFICACIÓN

Reconocer los diferentes tipos de fortificación que se pueden utilizar con el fin de mantener las condiciones de seguridad de las galerías

DESVENTAJAS EN PROCESO DE FORTIFICACIÓN

Situación menos favorable en los diferentes componentes de fortificación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad 2: Reconocimiento de diferentes tipos de fortificación y sus características.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Elementos de fortificación como muestras	

1. Objetivo

- Reconocer los tipos de fortificación, las características de cada uno de ellos en cuanto a ventajas y desventajas, basados en las aplicaciones de un sistema de fortificación según los procedimientos establecidos.

2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Muestra de elementos de fortificación.
- Registro de anotaciones.



3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: Identifican los diferentes tipos de fortificación y sus características.</p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explica la necesidad de reconocer y comprender los diferentes tipos de fortificación que se pueden aplicar y sus características.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none">e) Reconocen los elementos de fortificación y a qué tipo de fortificación corresponden.f) Reconocen las características de los elementos de fortificación mostrados.g) Identifican las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de fortificación.h) Reconocen las clases de fortificación en la industria minera.i) Responden evaluación de conceptos claves de los diferentes tipos de fortificación.b) Identifican en terreno a qué tipo de fortificación corresponden los ejemplos mostrados.c) Analizaran una fortificación en conceptos de calidad. <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Termino de la actividad</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	240 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzara las diferentes aplicaciones de cada uno de los sistemas de fortificación que se pueden utilizar en las faenas mineras. También dará énfasis a las características de cada una de ellas, así como también a los problemas más frecuentes que se pueden ver enfrentados al momento de realizar la tarea.

Reforzará el término de la actividad mencionando la importancia que tiene el realizar una buena fortificación.

3. Secuencia de instalación de Fortificación.

Aprendizaje esperado: Reconocer la secuencia de Instalación de fortificación de pernos, cables y mallas de acuerdo con procedimientos de la empresa.

Conceptos Claves

SECUENCIA DE INSTALACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FORTIFICACIÓN

ENTREGA DE NOVEDADES DE FINAL DE TURNO

Identificar el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación tanto pernos, cable y malla.

Conocer la información relevante que debe comunicar en el ciclo de término de la fortificación..

Introducción

Este capítulo tiene por objeto mostrar la secuencia de instalación de los diferentes tipos de fortificación, así como también las herramientas y fijaciones que vamos a utilizar en este proceso.

Es importante tener claro cuál es la información relevante que debemos dejar al final del turno para mantener una continuidad en el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación que usemos.

3.1 Secuencia de fortificación.

INSTALACIÓN DE LOS PERNOS ANCLADOS MECÁNICAMENTE

El número de pernos de anclaje depende del tamaño de la roca a asegurarse y del grado de peligro de caída de la misma. Como guía para áreas normales que necesiten pernos de anclaje, podemos decir que pueden estar espaciados cada 1.20 m de distancia. Los pernos de anclaje deben instalarse en una posición tal que le permita pasar por la fractura o fracturas y la roca madre, permitiendo de esta manera que la cabeza de anclaje quede fija en la roca firme. Los pernos de anclaje son de diferentes diámetros (3/4", 1/2", 1") y vienen en diferentes largos. La plancha del perno de anclaje, en lo posible, debe ser perpendicular al perno de anclaje y debe ser considerado al momento que se elija el lugar donde se colocará el perno. La inclinación de los pernos de anclaje es muy importante para su efectividad. En lo posible el perno debe ser colocado perpendicularmente a la fractura o fracturas y a la cara de la roca.

- Una vez realizada la perforación para instalar el perno de anclaje.
- Colocar la plancha en la base del perno.
- Enroscar, un poco y con la mano, la chaveta de expansión en el otro extremo del perno.
- Insertar completamente el perno en el taladro, con la chaveta de expansión adelante, hasta el fondo del taladro.
- Enroscar el perno de anclaje, girando en sentido del reloj la cabeza del perno.
- Se puede enroscar el perno, inicialmente, manualmente con ayuda de una llave inglesa, pero al final se tiene que asegurar con la máquina aseguradora.
- Conectar la máquina aseguradora.
- Colocar la palanca en dirección de las agujas del reloj (a la derecha).
- Colocar la boca de la máquina sobre la cabeza del perno.
- Apretar el botón de arranque y el perno será asegurado
- Verificar si el perno está seguro.

INSTALACIÓN DEL CABLE:

- Se coloca cabeza de expansión en el extremo del cable (o bien se destrenza) y se coloca manguera de $\frac{1}{2}$ " del mismo largo del cable en el extremo superior (para que elimine aire y retorne cemento una vez que esté llena la perforación).
- Se introduce el cable en la perforación en forma manual o mecanizada y se procede a anclar extremo superior del cable en el fondo del tiro mediante una pequeña tensión en caso de llevar cabeza de anclaje.
- Se introduce manguera de inyección de lechada a poca profundidad de la boca del tiro (50 cm).
- La boca de la perforación se sella con un tapón de cemento de alta viscosidad que impida la caída de la lechada.
- El porcentaje de lechada, con respecto al espacio que queda entre el elemento de fortificación (perno, cable, etc.), al diámetro de perforación debe corresponder entre 25% a 50% de lechada.
- Se procede a inyectar lechada hasta que esta salga por la manguera de $\frac{1}{2}$ ", lo que indicaría que la perforación fue llenada por la lechada en toda su longitud.
- Una vez fraguado se procede a colocar planchuela y tuerca para dar tensado necesario.

Instalación de Malla (Bizcocho).

- Los operarios procederán a colocar un paño o rollo de malla sobre la plataforma de trabajo, de tal manera que permita el desenvolvimiento de esta, labor que deben realizar al menos dos trabajadores.
- La instalación se realizará de manera de ir completando con malla secciones transversales de la galería.
- El paño o rollo de malla se mantendrá dentro de la plataforma y se procederá a desenrollar a través de la caja a medida que se vaya instalando al techo, quedando afianzada a la roca mediante las planchuelas de los pernos.
- Se colocará un paño o rollo de malla por un lado del techo de la labor, para luego fortificar en otro costado.
- La malla deberá traslaparse en un rango no mayor ni menor a 20 – 30 cm en sus uniones y adaptarse al contorno de la roca. Dicho traslape debe ser unido mediante amarre con alambre de 8mm. Adicionalmente, se requiere que dicho traslape coincida con la parada de pernos.
- La malla se ira afianzando provisoriamente a los pernos existentes a través de amarres con alambre.
- La malla debe quedar apegada al cerro en toda su extensión, si es necesario se debe pegar con pernos intercalados.

Malla Electro Soldada Acma:

- Los paños de malla se instalarán sobre la plataforma de trabajo (equipo, camión, manitou o plataforma definida para dicho trabajo).
- Una vez posesionado el paño de malla acma sobre la plataforma este será levantado a pulso por los operarios y lo fijaran por medio de planchuelas o pernos Split-set al techo y /o caja del cerro.
- En las corridas laterales de fijación de la malla se deberá traslapar y fijar el paño siguiente de malla, haciendo un traslape de 20 cm.

3.2 Tipos de Herramientas y fijaciones.

Planchuelas

Son accesorios de fijación que se complementan con el perno helicoidal o con el Split set o el perno cable, estos accesorios son fabricados en distintos espesores y geometrías (cuadrados, rectangulares, triangulares, etc.)

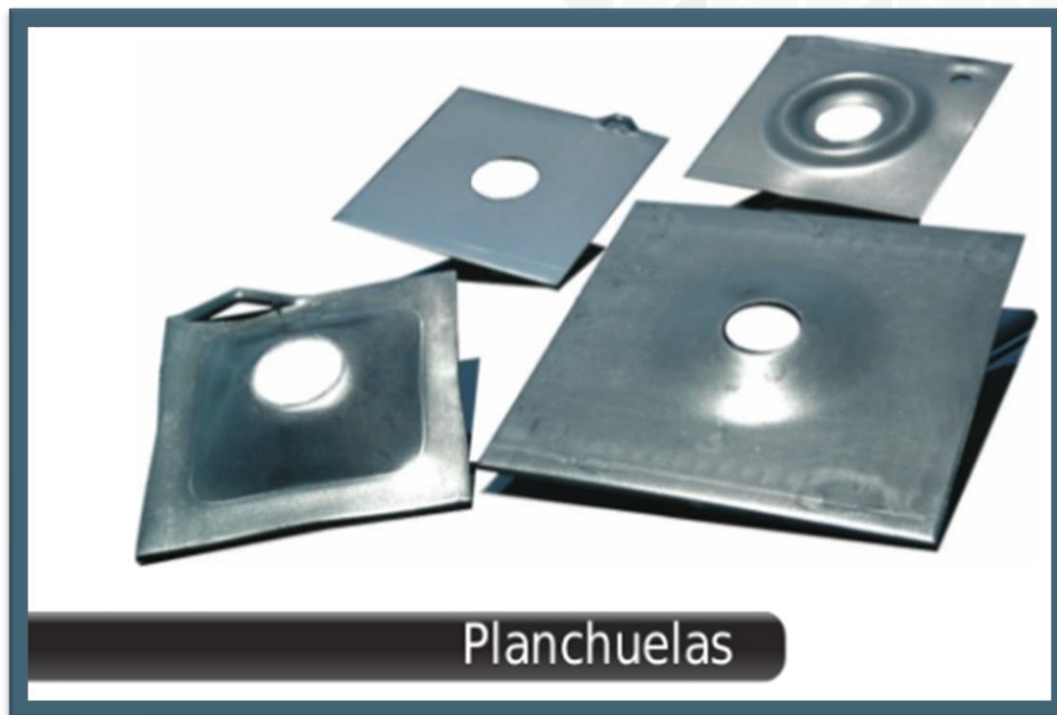


figura 14

Tipo	Largo(mm)	Ancho(mm)	Esp.nominal (mm)	Peso(Kg)	Aplicación
Plana	150	150	3	0.54	Frirock
Estampada domo cónico	150	150	3	0.54	Frirock
Estampada domo piramidal	150	150	4	0.72	Frirock
Estampada domo anillo	150	150	4.5	0.81	Frirock-Helicoidal
Estampada domo cónico	200	200	4	1.28	Frirock-Helicoidal
Est con perforación 34mm	200	200	4	1.28	Frirock-Helicoidal
Est con perforación 42mm	200	200	5	1.6	Helicoidal
Plana con una perforación	250	250	10	5	Helicoidal-cable
Plana con una perforaciones	250	250	12	6	Cable
Plana con dos perforaciones	250	250	12	6	Cable

Tuerca Perno Helicoidal



figura 15

Son accesorios usados con perno helicoidal en diámetros 22 y 25 mm, fabricados en acero.

Conectores de Cable



figura 16

Este producto de fortificación es utilizado principalmente para la conexión de cables y barras de acero en sus diferentes diámetros, este se fabrica en versiones reutilizables y permanentes. Este elemento está confeccionado en acero de excelente rendimiento en donde se requiere una alta resistencia y una buena tenacidad.

Separadores y accesorios para Cable



figura 17

Accesorios de plástico reforzado usado en la fabricación de conjuntos cables los que permiten mantener distancias, equidistantes y también separaos de las paredes de la perforación en la roca al momento de la instalación y de la inyección de lechada.

Porta Split Set



figura 18

El uso de esta herramienta auxiliar es fundamental para empujar el perno Split Set dentro de la perforación en la roca, se utiliza con maquina liviana o jumbo.

Spanner



figura 19

Este accesorio sirve para la instalación de perno helicoidal con resina. Para la fabricación de estos elementos se utilizan aceros de alta resistencia y buena tenacidad.

Gato Hidráulico



figura 20

Características Generales	Modelo 10 T.	Modelo 25 T.
Area de empuje	30 cm ²	40 cm ²
Accionamiento	10 Toneladas Doble acción	25 Toneladas Doble acción
Peso total	14 Kg	17.5 Kg

El Gato tensor es un equipo de accionamiento hidráulico concebido principalmente para traccionar los cables de acero, según el terreno (roca, arena, grava, etc.) Y medir elongaciones de ellos mismos.

3.3 Máquina Lechadora.

Son equipos que permiten la inyección de lechada de cemento, durante la instalación del perno para la consolidación y estanqueidad de suelos y rocas. Una máquina lechadora o inyectora -mezcladora de cemento, permite el paso de áridos de hasta 5 mm y una presión de inyección de hasta 40 bar.



figura 21

¿Qué es un grout y para qué sirve?

- Grout" es un mortero expansivo con agregados cementantes y metálicos que ejerce la función de dar continuidad a la estructura metálica anclada a la cimentación de concreto. Es un relleno estructural sin contracción para la colocación bajo estructuras y maquinaria.
- Mortero especializado para el relleno de espacios.
- Un Grout es un mortero cementicio, preparado con agregados (arena), especial para rellenar espacios en apoyos para maquinaria o columnas de acero, sin contracción (reducción de volumen al fraguar), con una consistencia que puede

ser plástica o líquida, dependiendo de la cantidad de agua que se agregue a la mezcla, a mayor cantidad de agua será menor la resistencia final del grout, que puede variar entre 450 y 700 kg/cm².

- También existen grouts con agregados metálicos o epóxicos, los grouts cementicios no contienen VOC (Volatile organic components), como si es el caso de los grouts epóxicos.
- La preparación debe ser con una mezcladora de propela, para asegurar la correcta incorporación de los componentes, con un taladro o mezclador eléctrico durante 5 minutos por lo menos.
- El vaciado debe ser en un encofrado o caja que no tenga fugas, y que sea vertido por un solo lado, para asegurar que no queden burbujas de aire, no debe vibrarse para que no se separen los sólidos del agua.
- Debe procurarse respetar el tiempo de colocación que no debe exceder de 30 minutos, por lo que debe prepararse, solo lo que se pueda aplicarse, en ese lapso.

Manejo y Operación

- Los insumos para usar, cemento, aditivos, agua, deben estar sobre terreno seco y ordenado.
- Previo a la actividad se revisará el funcionamiento de la lechadora, revisando en el caso de la lechadora hidráulica el acople al sistema hidráulico de la manitou, las manillas, llaves de paso, etc.
- En el caso de la lechadora neumática, se acoplará a red de aire y se inspeccionará pato lubricador (usa aceite torcula 100), rellenar de ser necesario, revisar válvula de paso de aire. En ambos casos se debe revisar estado de paletas mezcladoras.
- Se preparará la mezcla asegurando esté homogénea y cumpla con las dosificaciones especificadas, 1 saco de cemento, 15 litros de agua y aditivos si se considera necesario.
- En el caso que la máquina lechadora sea del tipo mixto mezcladora/impulsora, la mezcla se preparará dentro de la máquina una vez introducidos los insumos.
- Se verificará que la válvula de despiche se encuentre cerrada.
- Se introducirá en la perforación una planza de $\frac{3}{4}$, la cual ira como terminación a una manguera tipo chicote que sale de la máquina lechadora.
- Se procede a abrir la válvula de ingreso de la lechada.

- El operador de la máquina lechadora retirará la planza paulatinamente a medida que se va llenando la perforación. La perforación deberá quedar llena.
- El operador encargado que realice la tarea de lechado, al ver que se ha llenado la perforación indicará a viva voz al operador de la máquina lechadora para que este detenga el flujo.
- Acto seguido, introducirá el perno en la perforación de forma rotativa para un correcto lechado.
- Para evitar la caída de los pernos verticales se procederá a amarrar los pernos a las mallas existentes o se introducirán cuñas a presión.
- Se procederá a lavar con agua tanto el interior como al exterior de la máquina lechadora con el fin de que quede limpia, el chicote y planza igualmente se lavaran para reutilizar en otros trabajos.
- Terminada la operación se procede a limpiar el área y retirar el equipo, trasladando a lugar destinado para su almacenamiento.
- El Perno queda instalado en tiro para ser utilizado una vez que se le dé su tiempo de fragüé.

DEL PERSONAL

- Es obligación del personal que trabaja en esta labor, cumplir con toda la reglamentación vigente, como así también cumplir toda otra instrucción u orden de seguridad entregada por el supervisor o encargado del trabajo.
- Personal que participe en esta tarea debe poseer competencia y experiencia en este tipo de trabajo.
- A inicio de los trabajos se realizará el análisis de riesgo de la Tarea (ART), la que deberá estar revisada y firmada por todos los trabajadores y el supervisor responsable, completando cada campo de esta según corresponda.
- Realizar la limpieza prolija tanto del equipo como del lugar de trabajo una vez finalizada la actividad.

3.4 Entrega de Novedades del Turno.

El trabajador a cargo de la cuadrilla de fortificación deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en las descripciones de estado de los equipos, herramientas y la ubicación de estos.

La información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera permitirá mantener la continuidad de los trabajos de fortificación.

Repaso de Conceptos Claves

SECUENCIA DE INSTALACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FORTIFICACIÓN

Identificar el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación tanto pernos, cable y malla.

ENTREGA DE NOVEDADES DE FINAL DE TURNO

Conocer la información relevante que debe comunicar en el ciclo de término de la fortificación..

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad 3: Comprensión del proceso de la instalación de los diferentes tipos de fortificación y las diferentes herramientas y accesorios a utilizar.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Elementos de fortificación como muestras	

1. Objetivo

- Comprender el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación e identificar las herramientas y los tipos de fijaciones y sus características y usos.

2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Muestra de elementos de fortificación.
- Registro de anotaciones.



3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: Comprenden el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación y las herramientas y fijaciones a utilizar.</p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explica porque es la necesidad de comprender la secuencia de la instalación de las diferentes fortificaciones y la necesidad de reconocer las herramientas y fijaciones que se deben utilizar.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none">a) Reconocen las secuencias de instalación de las diferentes fortificaciones.b) Reconocen las herramientas a utilizar en el proceso de instalación.c) Reconocen las fijaciones a utilizar en las diferentes fortificaciones a instalar.d) Identifican las características de la maquina lechadora.e) Comprenden la operación de la maquina lechadora.f) Comprenden las dosificaciones correctas para realizar una lechada homogénea.g) Responden evaluación de conceptos claves de la instalación de las diferentes fortificaciones y de las herramientas y fijaciones.h) Comprenden las condiciones previas que deben tener para preparar una lechada <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p>

	<p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	180 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzara la importancia del proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación.

También dará énfasis a las características de cada una de las herramientas y fijaciones a utilizar en el proceso de fortificación y a la importancia del proceso de uso de la lechadora en la etapa de lechado de los sistemas de anclaje de las diferentes fortificaciones.

Es importante que en este cierre de actividad se mencione lo vital que es dejar una información clara del proceso realizado para de esta manera dar continuidad con el turno que sigue.

Fuentes referenciales

- Decreto Supremo 132 de Minería.
- Procedimientos e Instructivos División Andina.
- Catálogo de Máquinas y Herramientas para la fortificación.
- Catálogo de insumos para la fortificación.
- https://youtu.be/ZA_cqarF-2k
- <https://youtu.be/p4Zt0Qj8ML8>
- <https://youtu.be/pfjixzBFJbc>
- <https://youtu.be/DGfKp3ahXhU>
- <https://www.slideshare.net>

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

