



**CUADERNO DE INSTRUCTOR**  
**MÓDULO: CONCEPTOS BÁSICOS**  
**PROGRAMA: OPERADOR MINA SUBTERRÁNEA**

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido

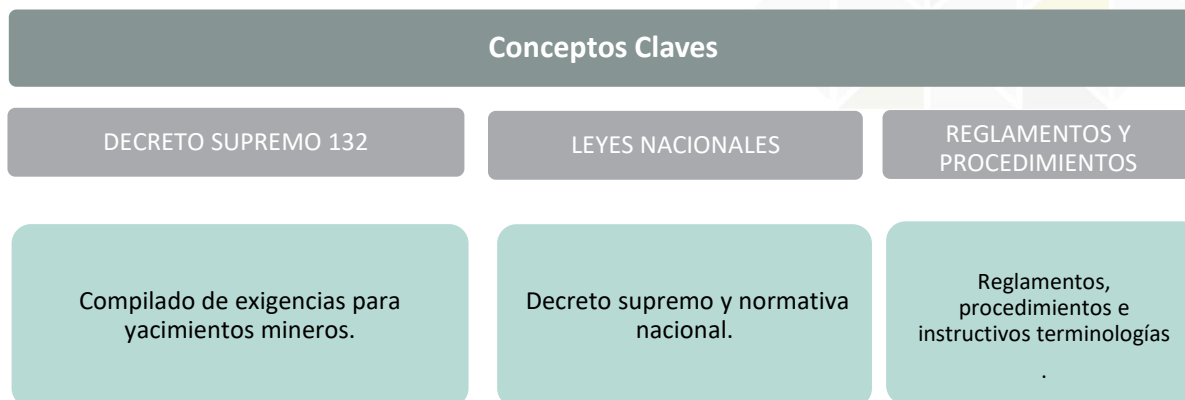
<b>MÓDULO: CONCEPTOS BÁSICOS .....</b>	<b>4</b>
1. Comprender leyes y reglamentos .....	4
1.1. Terminologías para minería subterránea.....	8
Actividad: Introducción a la Minería Subterránea .....	9
2. Maquinarias Utilizadas y sus funciones.....	13
2.1. Tipos de maquinarias .....	14
2.2. Actividades Individualizadas en los procesos mineros para la gama de trabajadores en el yacimiento. ....	21
2.3. Métodos de explotación subterráneos.....	23
2.4. Principales métodos de extracción .....	24
Actividad: Reconocimiento de la gama de maquinarias y procesos en minera subterránea. ....	31
3. Introducción a la seguridad minera: Elementos de Protección Personal (EPP).....	34
3.1. Elementos de protección personal .....	35
3.2. Nociones de Bloqueo de Equipos.....	48
3.3. Dispositivos de aislación.....	52
Actividad: Comprensión de la importancia de la seguridad y control del medio ambiente identificando elementos de protección personal acorde a faenas dentro del proceso productivo. ....	58
4. Unidades básicas de medidas.....	61
4.1. Unidades Derivadas.....	62
4.2. Unidades Mecánicas .....	63
4.3. Unidades Eléctricas .....	64
Actividad:Reconocimiento y utilización unidades de medidas más comunes .....	67
5. Oleohidráulica; neumática y eléctrica.....	70
5.1. Sistemas hidráulicos .....	71
5.2. Nociones de Neumática .....	82
5.3. Nociones de electricidad industrial.....	90
Actividad: Comprensión de la utilidad y funcionamiento general de sistema oleohidráulico, neumático y eléctrico.....	96
6. Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe. ....	99
6.1. Refugio móvil.....	99
6.2. Refugio fijo .....	100
6.3. Vías de escape .....	101

Actividad: Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.....	103
--	-----

## MÓDULO: CONCEPTOS BÁSICOS

### 1. Comprender leyes y reglamentos

**Aprendizaje esperado:** Comprender las leyes, decretos y reglamentos que rigen la labor minera subterránea.



#### Introducción:

Si hablamos de extracción de los minerales desde la tierra, existen dos posibilidades de hacerlo, estas pueden ser: a rajo abierto y de forma subterránea. El tipo de extracción se encuentra determinado por el tipo de mineral, y la forma y profundidad del yacimiento. Cuando se habla de mineral, se refiere al material con valor económico que es enviado a la planta de procesamiento. Se puede hacer una diferencia entre “baja ley”, que no es enviado a la planta inmediatamente, pero puede utilizarse, y “lastre” o “estéril”, que es un material que no tiene valor económico. Según la concentración del metal, se expresa la calidad del material.

Si las rocas mineralizadas de cobre se encuentran en profundidad, resulta muy costoso cavar desde arriba y, en tal caso, se opta por la extracción subterránea.

Una mina subterránea es la perforación realizada por medio de obras y trabajos en el interior de la tierra, tales como pozos, galerías, cámaras, túneles y socavones planos con el objetivo de acceder a la masa de mineral y obtener el mineral de las profundidades. Se realiza sin tener que mover los materiales que recubren el yacimiento. La maquinaria que se utiliza es, en general, mucho más pequeña que la que se utiliza a rajo abierto (maquinarias de gran dimensión), debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías o túneles.

La perforación de roca es un procedimiento fundamental para arrancar mineral en la minería subterránea, y según el tipo de mineral, se puede subdividir en minería de roca blanda y minería de roca dura. Se denomina “roca blanda” cuando no requiere el empleo de explosivos en el proceso de extracción, como en la minas de carbón. La minería de “roca dura”, utiliza explosivos como método de extracción. La perforación en éste caso, tiene una amplia gama de aplicaciones

para los que existen distintos dispositivos diseñados para tratar con las variadas maneras de perforar roca.

El reglamento minero del *SERNAGEOMIN* es un instrumento legal que rige las normas de explotación de los yacimientos mineros en rajo abierto, canteras y minería subterránea, además establece normas para las instituciones, empresas y trabajadores en sus formas y sistemas de explotación, basadas en las leyes laborales de accidentes del trabajo 16.744, Decreto Supremo 594 de Higiene y seguridad en las faenas mineras.

A continuación se destacan artículos que hacen referencia y direccionan a las empresas mineras para desarrollar desde las instalaciones de faenas hasta el desarrollo del yacimiento sus normas y exigencias legales para el resguardo de la integridad física de las personas, instalaciones y el proceso.

El reglamento establece normas y regulaciones a las que deben someterse las faenas de la industria de la minería, con el objeto de:

- a) Proteger la vida e integridad de las personas.
- b) Proteger las instalaciones e infraestructura y la regularidad de los procesos.

Son aplicables a todas las empresas mandantes y que presten servicios a la minería. Además se deben cumplir las leyes y normas establecidas y aplicables a nivel nacional en compatibilidad.

El Estado de Chile mediante el decreto N° 3525 de 1980 establece la creación del servicio Nacional de Geología y Minería como organismo competente y regulador de esta actividad. Mediante fiscalizaciones.

La Industria Extractiva Minera corresponde a las actividades que se refieren a:

- a) Exploraciones y Prospecciones.
  - b) Construcción de yacimientos.
  - c) Explotación y extracción de minerales y sub productos.
  - d) Transformaciones piro metalúrgicos e hidro- metalúrgicos y lixiviaciones.
  - e) Pilas de materiales estériles. Como relaves y otros.
  - f) Embarque de productos finales del proceso.
  - g) Exploraciones y sondajes.
  - h) Toda construcción que tenga relación directa o indirecta con el proceso minero
- Ejemplos Obras civiles

Este artículo establece que faena minera es toda la línea productiva del proceso incluyendo todas las de apoyo de otras especialidades para el trabajo general del yacimiento. Talleres, maestranzas, ferrocarriles, puertos, campamentos, etc.

Estatus para minería subterránea establecidas por el *SERNAGEOMIN* hace mención que la empresa minera debe tener actualizados planos de todas las instalaciones como:

- a) Ubicación geográfica todo lo relacionada con la propiedad minera. Conservador de minas.

- b) Ubicación de todos los servicios de apoyo y resguardos de las vías fluviales.
- c) Servicios de emergencias.
- d) Sistemas de ventilación acorde al tamaño y funcionamiento del proceso en caso de minas subterráneas.

Este artículo establece que las normas que no sean contempladas el reglamento de seguridad minera la empresa mandante deben cumplir con las normas sanitarias y ambientales de acuerdo con el código Sanitario.

En aspectos de seguridad el servicio exige a las empresas registrar y reportar mensualmente las estadísticas de los accidentes con tiempo perdido y sin tiempo perdidos acontecidos en las faenas.

Estas estadísticas el servicio las publica anualmente.

Toda faena minera debe tener sistemas para brindar primeros auxilios e intervención primaria a lesionados, estos son:

- a) Contar con camillas en las cercanías a las áreas productivas. Demarcadas y accesibles.
- b) Mantas de abrigo.
- c) Policlínicos para primeros auxilios.

Toda faena minera debe tener personal instruido y capacitado e primeros auxilios estos trabajadores solo actúan en casos de emergencias. Hasta que el accidentado sea atendido por personal profesional de la salud.

Este personal instruido debe estar capacitado en:

- a) Identificar y restablecer signos vitales.
- b) Contención de hemorragias.
- c) Lesiones por impactos a la cabeza o pérdida de conocimiento
- d) Contención de fracturas e inmovilizaciones.
- e) Rescate de lesionados.

Estos trabajadores deben ser re-instruidos anualmente.

Para dar cumplimiento a este mandato las empresas han creado brigadas de rescate para actuar en condiciones de incendio y atención y rescate de accidentados.

Todas las empresas mineras deben establecer procedimientos de emergencias para casos tales como rescate de personas, actuación en caso de Incendios, o rescate por derrumbes de las labores productivas.

Es obligación del servicio exigir que las empresas mineras deben investigar las causas que originaron los accidentes.

El servicio establece que las empresas deben poseer reglamentos que regulen los siguientes aspectos:

- a) Control de ingreso de personas a faenas mineras.
- b) Transporte y manipulación de explosivos.
- c) Tránsito y operación de equipos.

- d) Reglamento de Fortificación
- e) Reglamento de emergencias.
- f) Reglamento de Almacenamiento transporte de sustancias peligrosas.

Este artículo establece que debe existir en toda mina subterránea a lo menos dos vías de escape a superficie libres y expeditas distante una de otra

Establece que debe mantener procedimientos de evacuación del personal en caso de Incendios derrumbes y terremotos.

- a) Tipos de emergencias.
- b) Señalización interna de la mina e indicación de las vías de escape y refugios.
- c) Sistemas de alarma por iluminación, aire, sonoras y comunicaciones radiales y telefónicas.
- d) Todo el personal con Instrucción en esto.
- e) Simulacros y funcionamiento de brigadas de rescate.

Este artículo establece que en minería subterránea debe existir refugio móvil y fijo y el personal instruido en su utilización estos equipamientos deben tener para una duración mínima de 48 Horas, que consiste en:

- a) Auto rescatador de recambio.
- b) Alimentos no perecibles.
- c) Agua potable.
- d) Tubos de oxígeno
- e) Sistemas de comunicación con el exterior.
- f) Ropa de trabajo
- g) Elementos de primeros auxilios.
- h) Manuales de utilización de los refugios.

Toda persona que ingrese a mina subterránea debe portar lámpara minera, auto rescatador cinturón de combinación

El transporte de ingreso a mina subterránea sujeto a horario acorde a traslados de personal y materiales de cargas y equipos.

La normativa establece que los equipos diésel deben ser inspeccionados mensualmente y controladas sus emisiones de gases por el peligro que reviste esta condición por lo que el Ds. 594 establece, normas y límites permitidos para trabajar durante jornadas en de 8 Horas.

CONTAMINANTE	P.P.M.
Moxido de Carbono	40
Oxidos de Nitrogeno	20
Aldehido Formico	1,6

Cuando el yacimiento involucra una gran altura geográfica los límites son más restrictivos sobre los 1.000 metros.

Las máximas están dadas en Mgr/ m<sup>3</sup> de aire

Como se calcula  $L.P.P.P = L.P. \times P \times P$  Dividido por el factor 760

Recopilación de Reglamentos en Seguridad Minera

D.S. Nº 132 - MINISTERIO DE MINERÍA - Publicado el 7 de febrero de 2004

### 1.1. Terminologías para minería subterránea

A continuación se describen algunas de las tantas terminologías utilizadas frecuentemente en minería subterránea como dialecto para el buen entendimiento de ellas y sus comprensiones.

- Caserón: Término utilizado para describir un gran espacio en el macizo rocoso.
- Pique de Traspaso: Orificio que une un nivel a otro y traspasa mineral a través de él.
- Ore Pas: Sigla en Inglés que significa Orificio de Traspaso.
- Buzones: Estructuras metálicas capaces de contener y mover mineral.
- Escrapper: Estructuras metálicas con cadenas para usarlas como freno de mineral.
- Dedos metálicos: Estructuras metálicas para contener y frenar flujos de mineral.
- Unidades Hidráulicas: Conjunto de componentes para ejecutar movimientos a distancia con fluidos hidráulicos.
- Chuté: Parte móvil del buzón que regula flujo de mineral.
- Yugo: Estructura metálica adosada a las cadenas para regular flujos de mineral.
- Frente: Se denomina así al sector de avance horizontal en las galerías en desarrollo.
- CAEX: Camiones de Extracción
- LHD: Sigla en Inglés de LOAD, HaulpDamp : Cargar, Levantar, Vaciar.
- Jumbo: Modelo de equipo perforador que se utiliza para perforaciones horizontales, radiales, des quinchas, reducción secundaria, descuelgues de sectores atascados en los piques de traspaso.
- Mamo: Martillo Móvil.
- Martillo Fijo: Equipo estacionario que se utiliza para romper rocas de gran tamaño.
- Guagua: Máquina perforadora manual que se utilizaba para perforación de reducción secundaria.
- Jakleg: Marca de máquina perforadora manual utilizada para reducción secundaria.
- Hundimiento: Zona donde se produce el quiebre del macizo rocoso para realizar la extracción de mineral.
- Zanja o embudo: Estructura o diseño dentro del macizo rocoso para el escurrimiento controlado de mineral desde hundimiento.
- Pata: zona inferior de la frente de desarrollo.
- Caja: Zona lateral de la frente de desarrollo.
- Spring Laín: Zona curvada de la frente de desarrollo que une la caja con la corona.
- Corona: Zona alta curvada de la frente de desarrollo.



- Paisano: Persona de un mismo territorio o localidad.
- Cachero: Termino utilizado desde la minería de los pirquenes para denominar a la persona que buscaba el oro en una mitad de cacho d buey.
- Carguero: Persona designada para manipular y ejecutar tronadas con explosivos.
- Ayudante de carguero: Persona que ayuda a transportar y preparar cargas explosivas para el maestro carguero.
- Cachorro: Termino utilizado para realizar perforaciones menores para reducción secundaria.
- Ratones: Orificios realizados en material compactado gredoso con coligues para incorporar explosivos y producir el aflojamiento del material compactado.
- Sub estaciones eléctricas: Salas de distribución eléctricas para las distintas instalaciones.
- Sub niveles: Niveles inferiores que se utilizan para ventilación o extracción de aire limpios o contaminados
- Parrillas: Estructuras metálicas que se utilizan para contener rocas de gran tamaño y reducirlas.

### Repaso de Conceptos Claves

DECRETO SUPREMO 132

LEYES NACIONALES

REGLAMENTOS Y  
PROCEDIMIENTOS

Compilado de exigencias para  
yacimientos mineros.

Decreto supremo y normativa  
nacional.

Reglamentos,  
procedimientos e  
instructivos terminologías

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad:** Introducción a la Minería Subterránea



- **Estrategia Metodológica**  
Revisión de los instrumentos legales como el Decreto Supremo 132,

Revisión Leyes Laborales,

Revisión Decretos Supremo 594.

Revisión de Reglamentos de Ingreso de personas a mina subterránea.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	✓
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Ejemplos de aplicación y eventos que han existido en la historia del yacimiento. de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	✓

### 1. Objetivo

El participante aprenderá las leyes y normas que establece el país para que funcionen los yacimientos mineros, y que como trabajador sepa de sus derechos y deberes dentro de las organizaciones.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Literatura impresa en Libros de Leyes, Decretos Supremos y Reglamentos.



### 3. Descripción de la Actividad: En esta actividad se analizarán los artículos que rigen el funcionamiento de los yacimientos mineros demostrando y comparando su aplicabilidad con reglas establecidas en algún yacimiento de referencia.

Etapa	Especificaciones
Inicio	Se inicia la actividad por identificar y explicar cómo se ha construido el Decreto Supremo y como se ha reactualizado

acorde a las nuevas técnicas de explotación y maquinarias insertas en los procesos mineros subterráneos.	
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El instructor demuestra a través de sistema WEP como accesar a las leyes y decretos y si existe en el yacimiento oficina documental como llegar a la información.</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas.</li> <li>El instructor a través de presentaciones PPT, demuestra cómo se aplican estos artículos en la faena para que el trabajador entienda las reglas para operar en el proceso.</li> <li>El Instructor registra en formatos de evaluaciones las respuestas a consultas realizadas por el en entendimiento de la aplicación de los artículos legales.</li> <li>Analizan respuestas en clase permitiendo cerrar las brechas detectadas en respuestas inconclusas o mal respondidas.</li> <li>Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso , (de la letra a la e)</li> <li>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.</li> </ol>

	<p>h. Término de la actividad.</p> <p>i. Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
Duración de la actividad	480 minutos.

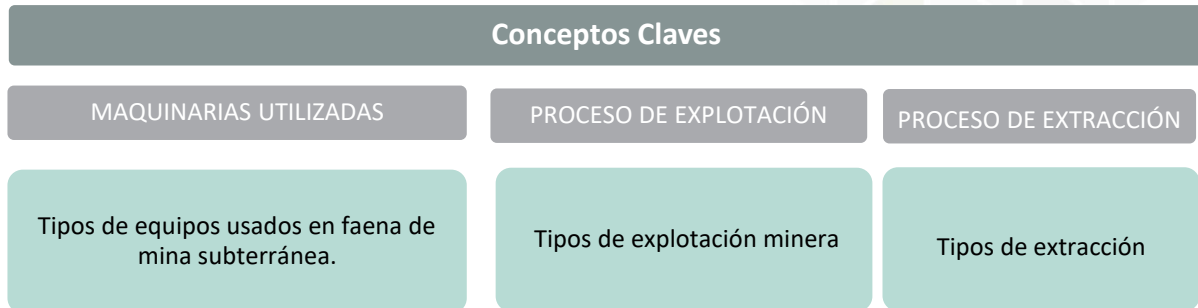
#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.

- Reconocer las leyes que rigen la actividad minera en Chile.
- Reconocer y aplicar los reglamentos asociados a la mina subterránea en específico.
- Reconocer y respetar las normas para ingresar a minería subterránea como principio fundamental el cuidado de la persona en primer lugar y las instalaciones.
- Reconocer y aplicar los procedimientos, atinentes a las labores que ejecutará el trabajador de Mantenimiento mecánico de equipos móviles, equipos e instalaciones eléctricas o de operaciones mineras.

## 2. Maquinarias Utilizadas y sus funciones.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer la gama de actividades, maquinarias y procesos mineros subterráneos.



### Introducción:

A continuación, se nombran tipos de maquinarias utilizadas en minería subterránea con sus funciones, esto con el objetivo de poder minimizar los accidentes que involucren equipos y personas se establece que todo operador o conductor de equipo debe estar instruido y capacitado para la operación del equipo según corresponda a sus funciones. Y utilidad dentro del proceso minero.

## 2.1. Tipos de maquinarias

### Perforadoras Jumbo.



Equipo utilizado para desarrollos horizontales, existen de uno hasta cuatro brazos de perforación. Los de un brazo de perforación se utilizan frecuentemente para realizar tareas de desquinces, reducción secundaria, y cachorreos para destranque de puntos colgados.

### Perforadoras Radiales.



Este equipo es utilizado para perforar las galerías de hundimiento y producir la preparación del macizo y preparar la tronadura de quiebre del blockaving.

### Perforadoras manuales.



Este equipo es de mucha utilidad para zonas de poca accesibilidad de maquinarias perforadoras de gran tamaño es muy utilizado en la pequeña minería es operado con sistema neumático (Aire Comprimido) proporcionado por compresores.

### Perforadora electrohidráulica.



Esta es una perforadora electrohidráulica que utiliza el método de perforación RaiseBorer donde se realiza una perforación guía desde un punto superior o galería superior hasta una galería inferior con esta perforación se realizan los piques de traspaso de mineral.

#### Palas LHD.



Este equipo es utilizado para los procesos de extracción de mineral, por sus dimensiones y bajas alturas de diseño con ellos se traslada mineral para ser depositado en los piques de traspaso o para cargar camiones de transporte de mineral. Existen diferentes tamaños desde las 3 yardas cúbicas hasta las 18 yardas cúbicas.

#### Camiones de transporte de mineral.




Existen diferentes modelos y marcas en el mercado respecto del transporte de mineral para minería subterránea transportando tonelajes que fluctúan entre las 10 toneladas y 80 toneladas en bajo perfil para minería subterránea

#### Martillo Móviles:

	<p>Estos equipos se utilizan por su movilidad para realizar reducción secundaria sobre las parrillas de traspaso de mineral cuando estas se atollan de colpas de gran tamaño existen martillos transportados con cadenas u Orugas. O sobre neumáticos.</p>
---	--

#### Martillo fijos. Y tele comandada vía remota.

	<p>Estos equipos, se utilizan en los piques de traspaso para realizar reducción secundaria cuando se producen atollo de mineral por acumulación de colpas.</p>
---	--

#### Mini Cargadores.

	<p>Equipos utilizados para procesos de limpiezas de cámaras de picados y calles de tránsito.</p>
---	--

#### Alza Hombres Telescópicos.





Equipo utilizado en minería subterránea por su versatilidad de utilización de distintos tipos de herramientas y sus alcances en distancias de alturas y prolongación.

### Alza Hombres Tijeras.



Equipos utilizados para trabajos puntuales de alcance vertical para instalaciones en altura.

### Camiones Plumas.



Camiones plumas utilizados para el transporte de distintos tipos y volúmenes de cargas en minería subterránea.

### Camiones plataformas elevadoras.



Equipos utilizados en minería subterránea para las instalaciones de ductos de transporte de agua y sistemas de tendidos eléctricos. Sólo opera en forma vertical.

### Equipos cargadores de Anfo.



Equipo Utilizado para el transporte de mezcla de explosivos para las faenas de Hundimiento.

### Equipo inyector de shotcrete.



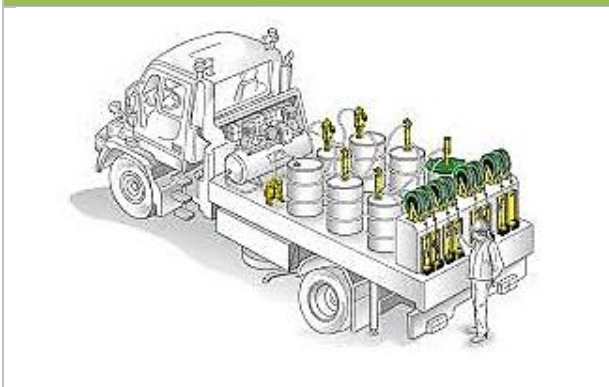
Este equipo se utiliza en una de las fases de fortificación cuando se requiere de inyectar shotcrete en las cajas, corona, y espringlain. De la estructura de las labores de minería subterránea.

### Equipos de transporte de Hormigón.



Este equipo es utilizado para el transporte de mezclas de hormigón armado para estructuras de obras civiles como pilares y parapetos

#### Camiones lubricadores.



Estos equipos son utilizados en minería subterránea para lubricar los equipos del proceso productivo evitando demoras y traslados a los talleres.

#### Camiones abastecedores de combustibles.



Camión reabastecedor de combustible para los equipos de producción en terreno.

#### Dumper.



Equipo utilizado para los desarrollos iniciales en labores de minería subterránea de bajo tonelaje fluctúa entre 5 y 15 toneladas.

#### Equipos utilitarios DUX Porter



Equipo Utilitario transformable en múltiples funciones acorde a necesidades. De terreno.

#### Acuñador Mecanizado.



Equipo utilizado para acuñaduras de gran envergadura en los avances horizontales con el objetivo de acuñar el macizo rocoso sin exponer a personas que realicen esta labor.

#### Maquinaria de fortificación



## **2.2. Actividades Individualizadas en los procesos mineros para la gama de trabajadores en el yacimiento.**

### **Operadores novatos:**

Estos operadores están en fase de aprendizaje de instalaciones y procesos mineros, por los que se están capacitando constantemente y cambiando de labores en forma reiteradas, participando como ayudantes de los operadores especialistas o calificados. Desarrollan limpiezas en equipos menores y labores de acuñadura manuales además de reparaciones de sistemas operativos. Y buzones, de traspaso.

### **Operador Calificado o con experiencia de más de 5 años:**

Este operador ya domina manipulación e instalación de explosivos, opera equipos de mediana envergadura más la gran mayoría de equipos de apoyo a la producción como son equipos alza hombres y otros utilitarios. Además ejecuta trabajos de reparación con soldaduras.

### **Operadores de Especialistas o con más de 6 años de experiencia:**

Este trabajador ya domina la gran mayoría de los equipos mineros subterráneos, por que a través del tiempo fue operando y ejecutando labores que le permitieron madurar emocionalmente y técnicamente en el proceso y en la operación de sistemas y equipos.

### **Mantenedores mecánico Novatos:**

Son aquellas personas que se están incorporando al mundo de la minería en funciones de mantenedor para los distintos equipos y sistemas de los procesos productivos.

### **Mantenedor mecánico Calificado o con experiencia de 5 años:**

Este trabajador por su experiencia ya domina gran parte de los sistemas y equipos, teniendo la condición de reparar e intervenir equipos si así lo determina su jefatura.

**Mantenedor mecánico especialista o con más de 6 años de experiencia:**

Este trabajador domina todas las máquinas y sistemas de los procesos capaz de actuar y determinar la intervención de los equipos si su jefatura lo autoriza a ejecutar, el trabajador es una persona que evalúa y diagnostica fallas.

**Electro-mecánico:**

Es la persona que está encargada de revisar, mantener y reparar sistemas eléctricos de equipos e instalaciones que utiliza el proceso productivo.

**Mantenedor Eléctrico Novato:**

Este trabajador está en proceso de aprendizaje de sistemas e instalaciones y las redes de distribución eléctricas de la mina, además está en la fase de aprendizaje en los circuitos de ventilación y dispositivos de controles electrónicos de los sistemas.

**Mantenedor Eléctricos Calificados o con experiencia de 5 años:**

Son trabajadores que dominan gran parte de las instalaciones y sistemas operativos de controles con su software. Intervienen en terreno sistemas de ventilación y redes de energía eléctrica en las sub-estaciones.

**Mantenedor Eléctricos especialistas o con más de 6 años de experiencia:**

Este trabajador ya domina todos los sistemas e instalaciones eléctricas de la mina con su software respectivo, puede determinar y diagnosticar fallas en los sistemas para preparar su intervención y posterior reparación.

**Supervisor ayudante o primera línea:**

Este trabajador es quien ha desarrollado carrera laboral con años de experiencia en todo el proceso minero ha logrado capacitarse en algunos casos como ingeniero de ejecución.

Su deber fundamental es actuar como un facilitador de su grupo de trabajadores para tenerles las herramientas y coordinaciones necesarias para que el operador o mantenedor especialista o calificado pueda desarrollar en buena calidad su trabajo sin exponerse a riesgos.

### 2.3. Métodos de explotación subterráneos

Para lograr una extracción segura, eficiente y selectiva de los yacimientos de minerales a una cierta profundidad, es necesario determinar un método de explotación subterráneo o por interior, que contemple al menos:

- Diseño geométrico y planificación de las operaciones.
- Ingeniería de los sistemas o técnicas operativas (Maquinaria y sistema tecnológico).
- Estimación de los costes de inversión y de operación.
- Cumplimiento de parámetros de seguridad, fiabilidad y rentabilidad del proyecto.
- Integración en el entorno o medio ambiente.

Hay factores que son determinantes para la elección del método de explotación subterránea:

- Geometría del yacimiento: morfología, tamaño, y distribución de las leyes, entre otros.
- Aspectos geotécnicos: referido a la profundidad, fracturación y comportamiento de los distintos materiales.
- Aspectos económicos: leyes del mineral, valor del mineral, productividad y ritmo de explotación.
- Seguridad y medio ambiente: impacto social, impacto ambiental, entre otros.

Los métodos más convencionales son:

- Por soporte natural del terreno: cámaras, pilares y subniveles.
- Por soporte artificial sistemático: cámaras almacén, corte y relleno, entibación cuadrada y testers.
- Por hundimiento del techo. tajos largos, por bloques, por subniveles, por rebanadas horizontales. (ver figura 1)





Figura 1

## 2.4. Principales métodos de extracción

### Por soporte natural del terreno:

**Cámaras y pilares:** La minería de cámaras y pilares se realiza en secciones o paneles, habitualmente rectangulares y también puede poseer pilares distribuidos aleatoriamente. . (Ver figuras 2 y 3)

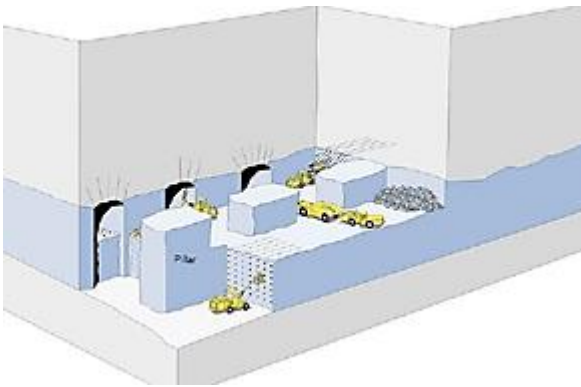


Figura 2

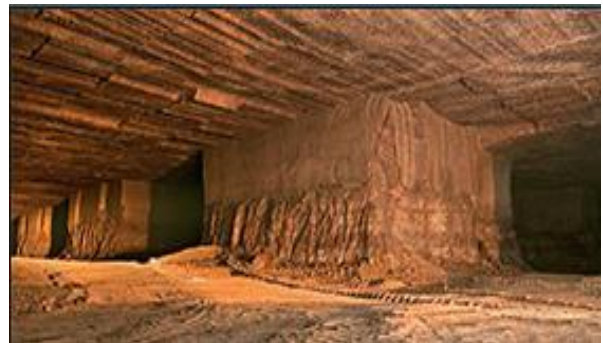
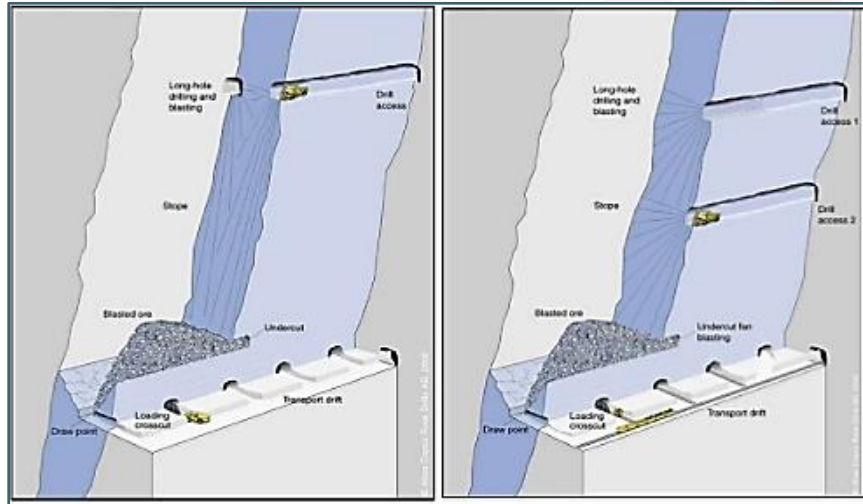


Figura 3

**Subniveles o sublevelstopping:** El método utiliza la tronadura para desprender el material entre niveles. El mineral del nivel superior cae finalmente al nivel inferior, en otras palabras el nivel superior desaparece. Este método de subniveles se emplea en caserones muy regulares, en los que el mineral y la roca son resistentes. Se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Se aplica a concentración de



minerales de alta pendiente, en los que el mineral cae por gravedad en el hueco abierto y que permiten la perforación de barrenos largos de banqueo o en abanico. (Ver figura 4)



**Figura 4**

#### Por Soporte Artificial Sistemático:

**Cámarasalmacén o shrinkage stopes.** Consiste en que el mineral cae gradualmente en el mismo nivel a medida que se insertan explosivos en la zona vertical superior en el punto de extracción. El mismo nivel recibe el material que cae. Este método es apropiado para vetas verticales, con suficiente regularidad y estabilidad de hastiales para permitir la caída por gravedad del mineral. El caserón o concentración del mineral debe tener características geométricas análogas a las necesarias para los métodos de subniveles. Se considera un método de transición. . (ver figuras 5, 6 y 7).



**Figura 5**

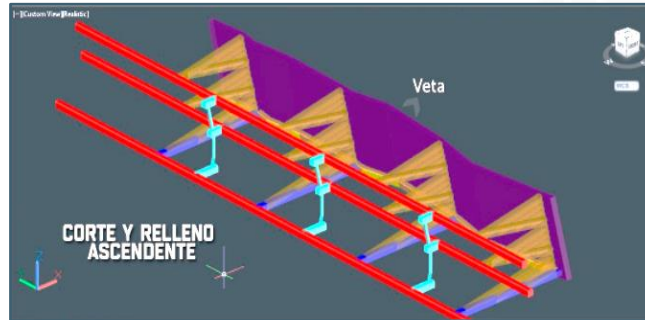


**Figura 6**



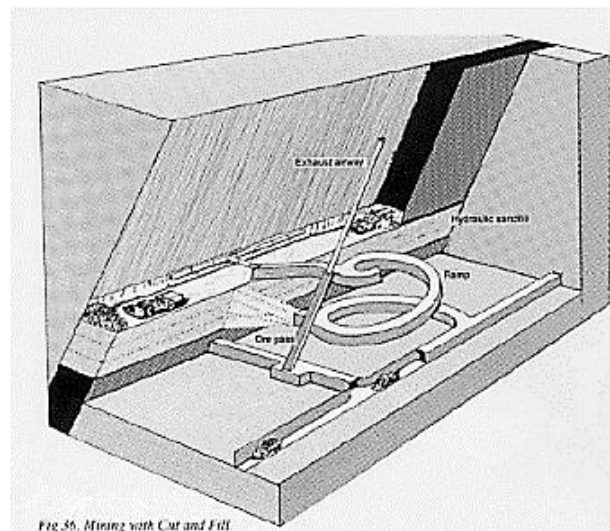
**Figura 7**

**Corte y relleno ascendente o cut and fill:** El mineral se extrae desde la misma galería. Un equipo jumbo perfora el frente de mineral en el punto de extracción y luego de la tronadura el LHD retira el mineral. EL proceso se realiza sucesivamente en el mismo nivel haciendo que la galería crezca. (Ver figura 8)



**Figura 8**

**Corte y relleno descendente o undercut and fill:** En este método el arranque se realiza en rebanadas horizontales que se rellenan colocando previamente una losa de hormigón o relleno cementado que sirve de techo artificial para la rebanada siguiente. Este método sustituye al de corte y relleno ascendente en los casos de mineral falso y fracturado cuya corona puede ceder y complicar la explotación. (Ver figura 9)



**Figura 9**

## Por hundimiento:

**Hundimiento por bloques o block caving:** Método que consiste en arrancar un bloque de mineral en un caserón de grandes dimensiones por hundimiento del mineral, que se va sacando por la base del bloque. Se comienza por dividir el terreno en grandes bloques cuya sección horizontal es generalmente superior a 1000 m<sup>2</sup>. Una vez ubicado el bloque de mineral de interés, se genera una red de galerías en la base del bloque. Desde la base de bloque se generan explosiones ascendentes para que el mineral caiga por gravedad a la galería en la base del bloque. La zona de fractura va subiendo y a medida que progresa el hundimiento, la fragmentación mejora, el mineral se quebranta y así puede cargarse en la base, en los numerosos puntos de carga. Suele utilizarse en los grandes caserones de minerales de hierro. (Ver figura 10)

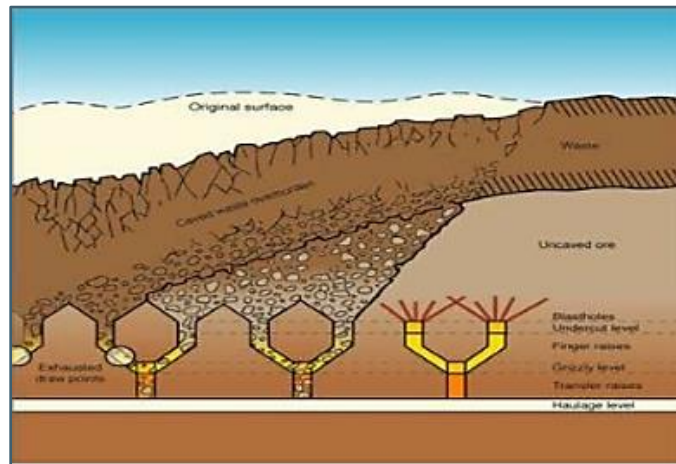


Figura 10

**Hundimiento por tajo largo o longwall mining method.** Método de preparación sencillo, que tiene la ventaja de proporcionar una producción continua con una completa mecanización, lo que mejora la productividad, la seguridad y la salud personal. La profundidad de trabajo se sitúa entre los 60 y los 850 m. (ver figura 11)

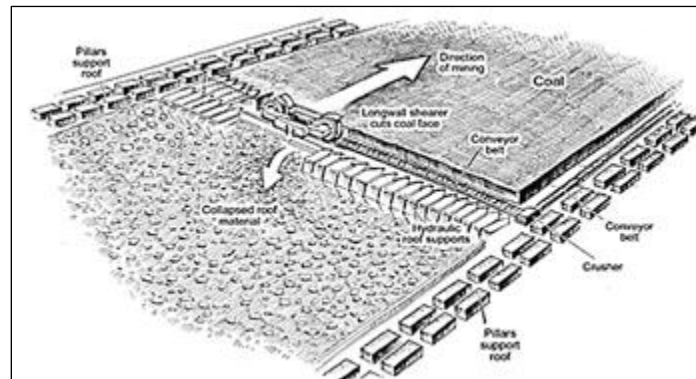


Figura 11



Los métodos de explotación son variados, como se detalló en el punto anterior, sin embargo, el método más utilizado es el de “hundimiento por bloques”, es decir, el que provoca desprendimiento de una porción del macizo rocoso del resto de la masa que lo rodea. En general, también deben usarse explosivos que socaven la base de una columna de roca con mineral, de manera que el resto de la columna se fragmente paulatinamente hacia arriba y luego de desplome hacia los puntos de extracción ubicados con anterioridad. (Ver figura 12)

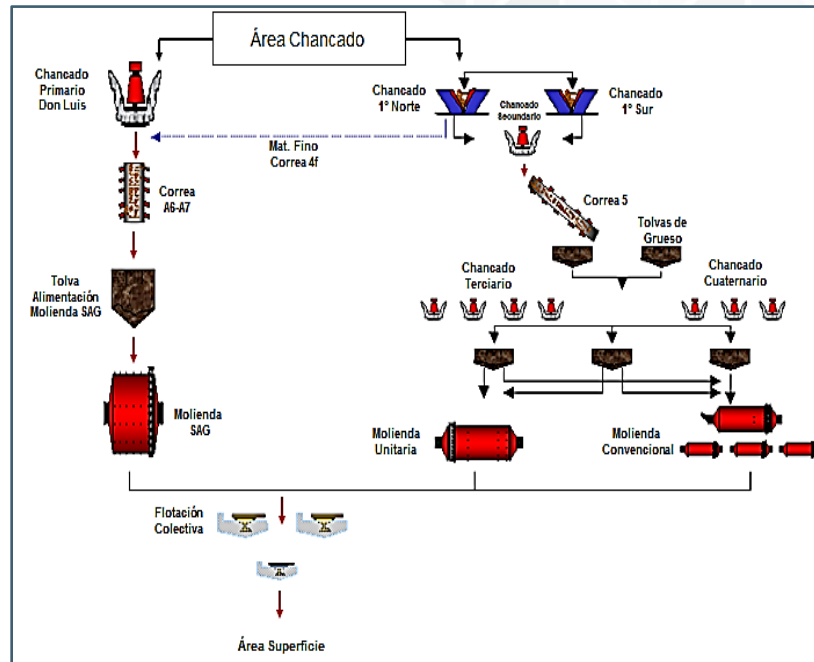


El segundo modelo de extracción es de roca secundaria por block kaving y utilizando piques, zanjas o embudos de traspaso de mineral en forma gravitacional el mineral lo hace escurrir personal con explosivos pinochos o barretillas y masas para reducción secundaria. (Ver figura 13)

Diagrama de flujo de mineral en el Nivel 17:

- Nivel 17 Transporte de Mineral**
- Mineral desde III Panel**
- Buzón**
- Op 8 - 9 - 10**
- Cap 1000 ton**
- Op 1-2**
- Tolva Chancado 1° sur**  
Cap. 5000 ton
- Alimentador cadenas N° 3 Chancado 1° Sur**
- Alimentador cadenas N° 1 Chancado 1° Norte**
- Tolvas Chancado 1° Norte**  
Cap 20.000 ton
- Op 4 - 4a**
- Alimentador cadenas N° 2 Chancado 1° Norte**

En esta imagen Superior se demuestra la continuidad del proceso con camiones de transporte de mineral a los acopios de tolvas de almacenaje para el proceso de chancado. (Ver figura 14)



**Figura 15**

En la imagen superior se demuestra el proceso de chanco y la continuidad del proceso hasta la recuperación de mineral que es la meta del yacimiento. Siendo su producto final concentrado de cobre, en este caso. (Ver figura 15)

### Repaso de Conceptos Claves

#### MAQUINARIAS UTILIZADAS

Reconocer los distintos tipos de máquinas utilizadas para el proceso minero.

#### PROCESO DE EXPLOTACIÓN

Reconocer los tipos de sistemas de explotación e identificar cuál es el que se utiliza en su yacimiento

#### PROCESO DE EXTRACCIÓN

Identificar los tipos de extracción y definir cuál es la que se utiliza en su yacimiento

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Reconocimiento de la gama de maquinarias y procesos en minera subterránea.

- **Estrategia Metodológica**  
Demostración con imágenes de la diversidad de equipos y sus funciones para utilización en minería Subterránea.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

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

### 1 Objetivo

Reconocer las funciones en las que se desempeñan los equipos identificando riesgos en sus actividades.

### 2 Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- EPP
- Imágenes de equipos y faenas asociadas.



### 3. Descripción de la Actividad: Demostrar Manuales y fotografías de equipos

Etapa	Especificaciones
Inicio	Identificar en que etapas del procesos se utilizan los equipos ya sea por diseño y funciones de extracción, desarrollo, Explotación dentro del yacimiento
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="565 443 1302 512">El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p data-bbox="565 562 1302 632">Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p data-bbox="565 682 1302 835">Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p data-bbox="565 886 1302 997">Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <ul data-bbox="621 1047 1302 1831" style="list-style-type: none"><li>a. Reconocer por nombres los equipos y sus funciones.</li><li>b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas</li><li>c. Demostrar las cualidades de los equipos dentro del proceso.</li><li>d. Registrar en el libro los nombres de los equipos y donde se utilizan. En extracción , explotación, apoyo a producción</li><li>e. Comparar si coinciden nombres y actividades con la información del libro.</li><li>f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)</li><li>g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.</li><li>h. Término de la actividad.</li></ul>





	i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.
Duración de la actividad	60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

- Reconocimiento de los equipos.
- Reconocer sus funciones.
- Identificar peligros relacionados con los equipos.

### 3. Introducción a la seguridad minera: Elementos de Protección Personal (EPP)

**Aprendizaje esperado:** Comprender la importancia de la seguridad y control del medio ambiente, identificando equipos de protección personal acorde a faenas dentro del proceso productivo.







#### Introducción

La seguridad es de vital importancia para todo trabajador que ingrese a minería subterránea, sabiendo reconocer las medidas preventivas para el cuidado personal e identificando señaléticas que guían el buen accionar en las faenas mineras, ya que, las faenas mineras subterráneas son consideradas de alto riesgo por estar siempre bajo tierra expuestos a contaminantes de polvos, gases, caídas de rocas y caídas a piques de traspaso, por lo que el trabajador debe saber identificar y utilizar los equipos de protección adecuados y los bloqueos pertinentes para las áreas y equipos a utilizar en el yacimiento y el proceso en general.

### 3.1. Elementos de protección personal

Elemento de seguridad	¿Qué son?	¿Para qué sirven? (qué parte del cuerpo protege, qué riesgos se asocian a su uso).
	Zapatos de seguridad	<p>El calzado es parte importante de la indumentaria de protección personal y es utilizada para proteger los pies.</p> <p>Entre los riesgos que previene el calzado de seguridad industrial se encuentran:</p> <p>Aplastamiento o caída de materiales sobre los pies.</p>
	Overol con cintas reflectantes	<p>Para protección del cuerpo en áreas de trabajo de la industria minera.</p> <p>Con cintas reflectantes para lograr una alta visibilidad</p>
	Chaleco tipo geólogo	<p>Para protección de dorso y abdomen en ambientes exteriores e interiores, con cintas reflectantes para mantenerse visible durante la noche.</p>
	Cubrenuca	<p>Para protección de los rayos solares y el frío de la parte posterior de la cabeza (nuca) y parte del rostro, adosable al casco.</p>
	Guantes de cabritilla	<p>Para uso en labores con bajo nivel de riesgo de abrasión y cortes. Mayor resistencia a la abrasión siendo un cuero altamente recomendado para aplicaciones que requieran sensibilidad táctil.</p>

	<p>Guantes de goma</p>	<p>Protegen las manos de cortes, la abrasión y son resistentes a la perforación. Tienen capacidad de agarre y se utiliza ampliamente en la industria minera para las actividades de mantenimiento en general y el manejo de materiales.</p>
	<p>Respirador con filtros</p>	<p>Cubre la boca y nariz del trabajador y llevan acoplado uno o más elementos filtrantes en forma de cartucho cilindro que retienen el contaminante disperso en el aire, al ser inhalado por el trabajador.</p> <p>Su uso efectivo está condicionado a la hermeticidad entre la máscara y la piel del trabajador</p>
	<p>Lentes de seguridad (claros y oscuros)</p>	<p>Proporcionan protección contra partículas que saltan a los ojos en forma frontal y lateral.</p>
	<p>Protectores auditivos</p>	<p>Las orejeras protegen los oídos y se utilizan cuando existe riesgo de exposición al ruido.</p>
	<p>Casco con luz de seguridad</p>	<p>El casco, en minería, es un equipo de protección de la cabeza para los trabajadores. Suelen tener un foco de luz colocado en la zona frontal.</p>

	<p>Auto rescatador</p>	<p>Este equipo es un catalizador convierte el monóxido en dióxido respirable se utiliza para traspasar cortinas de humo, llegar a superficie o un refugio.</p>
	<p>Arnés de seguridad</p>	<p>Para trabajos en altura física protege de caídas a distinto nivel quedando el trabajador colgado desde los sistemas de anclajes del equipamiento.</p>

¿Qué elementos de seguridad se deben usar en las operaciones de mina subterránea y por qué? El participante deberá marcar su respuesta (✓):

Elemento de seguridad	Respuesta
	
	
	
	
	
	
	



#### 4 Cierre

El instructor deberá explicar que es importante siempre llevar consigo todo el equipo de protección personal aunque no se está usando en todo momento. Hay que respetar las normas de seguridad y las vías habilitadas. Siempre fijarse en la señalética. Hay que conocer la zona de seguridad en caso de distintas emergencias.

Se debe conocer todo el equipo (máquinas) y al realizar la mantención de éste, se debe siempre comprobar que esté sin presencia de energía, se encuentre cerrado o bloqueado.

Los trabajadores siempre deben seguir órdenes y no pueden tomar sus propias decisiones, es decir, no se debe actuar por iniciativa propia, pero sí se debe conocer muy bien los riesgos asociados.

#### Señaléticas:

En la minería subterránea existen sistemas de señaléticas para alertar condiciones de peligros y riesgos de alto potencial, evitando que las personas o trabajadores se expongan a estos peligros. Además, existen sistemas de segregaciones de áreas para evitar la exposición y la interacción entre hombres peatones y maquinas por el concepto de puntos ciegos de los equipos y la dimensión de las labores.

Por esta razón es que el peatón debe transitar con lámparas mineras de casco encendidas y trajes de colores vivos o resaltantes con huinchas reflectivas, ante esta condición los equipos de



minería subterránea que tienen la cualidad de trasladarse en ambos sentidos de tránsito deben poseer luces direccionales que indiquen la dirección del movimiento que está ejecutando como también sirenas de marcha atrás.

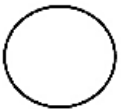

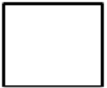

Existe una codificación de colores para los distintos tipos de señaléticas que debe ser respetado

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO U OBJETIVO	EJEMPLO DE USO
Rojo	Prohibicion	Señal de Prohibicion Señal de parada Parada de Emergencia
Azul	Accion Obligatoria	Señal de Obligacion de uso de equipo de protección personal.
Amarillo	Precaucion, riesgo de peligro	Precaucion de obstáculos. Indicaciones de peligro (fuego, explosión, radiación, riesgos toxicos, etc.)
Verde	Condicion de Seguridad	Rutas de Escape. Salidas de Emergencia.

Además se requiere un color de contraste “para un color de seguridad” se presenta en la siguiente tabla.

Color de Seguridad	Correspondiente color de contraste
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco

También su forma geométrica indica acciones a seguir para su construcción

TIPO DE SEÑAL	FORMA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO
Señal Reglamentaria		Prohibición u Obligatoriedad
Señal de Advertencia		Precaución y Peligro
Señal de Información	 	Emergencia e Información general (incluye instrucciones)

A continuación, se grafican algunos ejemplos de señaléticas en base a su forma color y contenido de alerta.

### SEÑALES DE ADVERTENCIA



Forma : triángulo  
 Color : amarillo  
 Borde : negro  
 Pictograma : negro



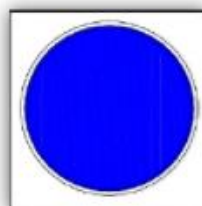
## PROHIBICIONES



Forma : círculo  
 Color : blanco  
 Borde : rojo  
 Pictograma : negro



## OBLIGATORIOS



Forma : circular disco  
 Color : azul  
 Pictograma : blanco



## INFORMACIÓN GENERAL



Forma : cuadrado  
Color : verde  
Pictograma : blanco



## INFORMACIÓN CONTRA INCENDIOS



Forma : cuadrado  
Color : rojo  
Pictograma : blanco



A continuación se destacan colores de tuberías para distinguirlas de sus funciones y fluidos que transportan.

## COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS DE ACUERDO A NTP 399-012



## CÓDIGO DE COLORES PARA DISPOSITIVOS DE RESIDUOS SÓLIDOS NTP 900.058-2005

	Reaprovechable	No Reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Colores definidos para cables eléctricos y sus sistemas.

CABLES ELÉCTRICOS		
SEGUN ANEXO ANEXO 11 - DS 046 - 2001 - EM		
4160 Volt.		
	2400 Volt.	
	440 Volt.	
	250 Volt.	
	220 Volt.	
	110 Volt.	
	Teléf./Fibra Optica	

Señaléticas utilizadas en procesos productivos de minería subterránea. (Ver figura 16)



**Figura 16**

Esta señalética es de respeto absoluto, ya que está protegiendo del posible ingreso a un área de alto riesgo o condición crítica que pone en eventual accidente al trabajador. (Ver figura 17)



**Figura 17**

Esta señalética se utiliza para segregación de áreas de trabajo o con trabajos especiales, solo autoriza el ingreso el supervisor a cargo del trabajo. (Ver figura 18)





**Figura 18**

Esta señalética es utilizada por el carguero de explosivos para evitar que ingresen personas a la zona de manipulación e Instalación de explosivos. La controla el carguero.

Otras señaléticas en minería subterránea son los loros personas que deben resguardar el sector en que lo dejaron de guardia impidiendo el paso de toda persona sea cual sea su rango

Este trabajador debe saber qué es lo que está resguardando quien lo solicito como Loro persona. (Ver figura 19)



**Figura19**

#### **4...Cierre**

El instructor deberá explicar, que es importante siempre llevar consigo todo el equipo de protección personal, aunque no se está usando en todo momento. Hay que respetar las normas de seguridad y las vías habilitadas. Las señaléticas establecidas para los procesos productivos. Siempre fijarse y reconocer en la señalética. Hay que ubicar la zona de seguridad en caso de distintas emergencias.

Los trabajadores siempre deben seguir órdenes y no pueden tomar sus propias decisiones, es decir no se debe actuar por iniciativa propia, pero sí se debe conocer muy bien los riesgos asociados.



### 3.2. Nociones de Bloqueo de Equipos

#### Elementos de Bloqueo

La aislación de la planta y el equipamiento para facilitar las actividades tales como el mantenimiento, instalación, inspección, pruebas o limpieza es un evento diario normal realizado por los empleados de la industria minera. La aislación involucrará necesariamente el apagado de todas las fuentes de energía pertinentes y probablemente necesitará la implementación de otras protecciones. Esta aislación está enfocada en eliminar y evitar lesiones a los trabajadores y al equipamiento por el arranque involuntario del equipamiento. Se debe asegurar el entendimiento de los procedimientos de aislación de su lugar de trabajo y la ubicación de tarjetas y dispositivos.

Antes del inicio del trabajo en toda planta y antes del retiro de todo equipamiento considerado como poco seguro, es esencial que se considere cuidadosamente cómo se debe llevar a cabo la aislación y los medios por los cuales se puede demostrar la eficacia de la aislación.

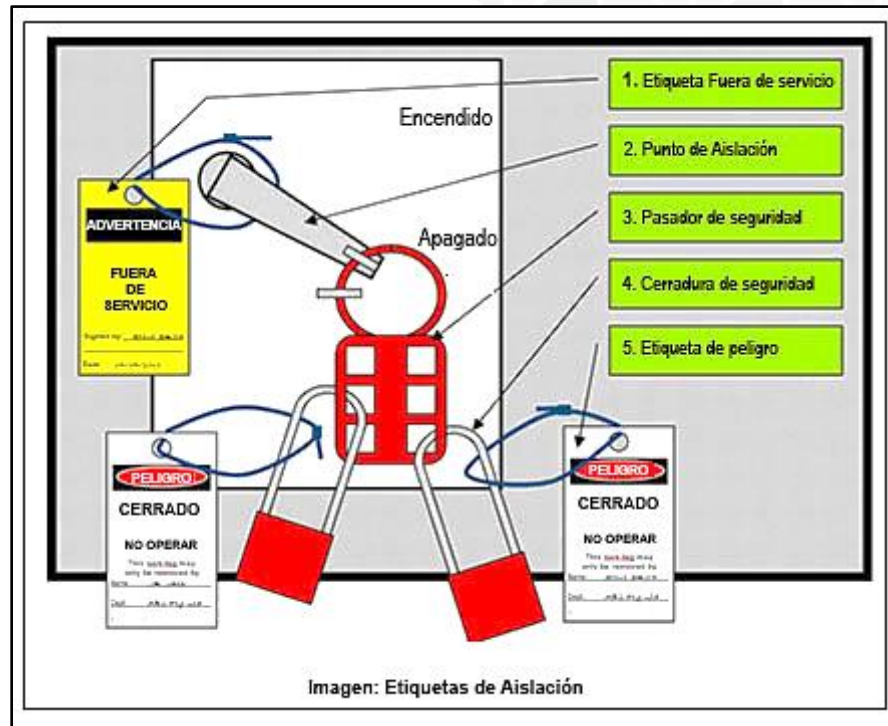
Los dispositivos de aislación son dispositivos mecánicos que evitan físicamente la transmisión o la liberación de energía.

Cual sea el medio que se use para realizar una aislación, es crucial que éstas sean identificadas correctamente y en las que se puedan confiar con seguridad para suministrar el grado de protección necesario.

Los botones de detención de emergencia convencional, pulsadores, cordones de detención de emergencia (transportadoras), conmutadores selectores y otros dispositivos de circuito de control similares, no son adecuados para ser usados como medios principales de aislación de suministros eléctricos. En general, los sistemas eléctricos deberían ser aislados con el uso de interruptores principales, interruptores de circuito, tomacorrientes u otros dispositivos que proporcionan un corte seguro de los conductores del suministro principal.

El proporcionar la eficacia de una aislación es importante, ya que muchas lesiones han sido provocadas por aislaciones defectuosas, tarjeteo incorrecto y simplemente por apagar el aislador incorrecto.

El suministrar aislación correcta se puede lograr mediante la inspección visual, abriendo válvulas de drenaje, intentos de arrancar u operar el equipamiento y puede ser apoyado por la observación de lámparas indicadoras, el uso de instrumentos de pruebas u otros medios adecuados. (Ver figura 20)



**Figura 20**

### **Tarjetas de bloqueo**

Existen dos tipos de tarjetas de bloqueo para prevención de accidentes. Éstas incluyen:

- Tarjetas de PELIGRO personal – blancas, rojas y negras
- Tarjetas de FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipos – amarillas y negras

Ambos tipos de tarjetas están disponibles comercialmente y pueden ser impresas en papel impermeable en tamaños, colores y formatos estándar. Se puede suministrar secciones “recordatorias” desprendibles para propósitos de control.

Ambas tarjetas deben mostrar de manera prominente un mensaje de NO OPERAR o NO USAR en cada lado.

### **Tarjetas de PELIGRO personal**

Las tarjetas de “PELIGRO” personal junto a los dispositivos de aislación significan que personas están actualmente involucradas en el trabajo en la planta y que es probable que estas personas se lesionen si los dispositivos de aislación no se mantienen en la posición segura.

### Las tarjetas de PELIGRO personal deben:

- Ser colocadas a todos los dispositivos de aislación para evitar lesiones a personas que realicen algún trabajo.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Ser colocadas y normalmente retiradas sólo por la persona cuyo nombre está en la tarjeta.
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla.
- Mostrar un símbolo de PELIGRO reconocido en cada lado.
- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente por cada persona antes de comenzar el trabajo.
- Ser retiradas luego de finalizar el trabajo y antes de dejar el lugar de trabajo al término del turno de trabajo.
- Ser remplazadas con tarjetas FUERA DE SERVICIO para equipos antes de retirarlas cuando el trabajo esté incompleto.
- No ser usadas en lugar de una tarjeta FUERA DE SERVICIO para equipos, plantas, equipamientos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de PELIGRO personal no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada. (ver figura 21)



Imagen: Etiqueta de peligro

Figura 21

Tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento.

Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento se utilizan para indicar que un elemento de la planta o equipo no debe ser utilizado. Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento deberán mostrar de manera clara las palabras fuera de servicio o precaución en cada lado.

Los detalles que se ingresan en tarjetas fuera de servicio o precaución deberán incluir una referencia del equipo, fecha, hora y más importante el nombre de la persona que colocó la tarjeta. Las tarjetas fuera de servicio o precaución deben indicar el motivo para colocar la tarjeta y pueden además identificar el grupo de trabajo o responsable de sección. (Ver figura 22)



**Figura 22**

Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento deben:

- En la ausencia de toda tarjeta de PELIGRO personal, ser colocadas en todo equipamiento o planta que sean inseguras de operar.
- Normalmente ser colocadas por personas competentes y retiradas sólo por personas autorizadas.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla.
- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente.
- No ser retiradas hasta que sea seguro hacerlo.

- No ser usadas en lugar de tarjetas de PELIGRO personal.

Plantas, equipamientos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de fuera de servicio o precaución para equipamiento no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada.

### 3.3. Dispositivos de aislación

#### Dispositivos de bloqueo

Los dispositivos de bloqueo se utilizan para mantener un dispositivo de aislación de energía en una posición de seguridad y para evitar el arranque de maquinaria o equipos. Los dispositivos de bloqueo incluyen candados, cadenas, flanges ciegos y flanges ciegos deslizantes aperrnados. Estas diferentes trabas permiten que cualquier número de dispositivos de bloqueo sean colocados en un punto de aislación.

El uso de dispositivos de bloqueo de aislación o candados deberán ser considerados como una protección adicional que es suplementaria a una tarjeta de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN que esté “colocada”. Un dispositivo de bloqueo siempre deberá ser utilizado con una tarjeta, bajo ninguna circunstancia se usará un dispositivo de bloqueo de aislación en lugar de o como sustituto de tarjetas de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN. (ver figuras 23, 24 y 25)



figura 23



Figura 24



Figura 25

Los dispositivos de bloqueo o candados se usan para proteger al personal y la maquinaria / equipos en conjunto con las tarjetas. Sólo pueden ser retirados por el personal que colocó y firmó la tarjeta. El retiro sólo puede ocurrir una vez que la maquinaria / equipo sea considerado como seguro o el individuo haya completado su tarea.

### Pinzas de bloqueo

Las pinzas de aislación son dispositivos de aislación utilizados en conjunto con dispositivos de bloqueo cuando más de una persona esté trabajando en un equipo o máquina. Permite que cada trabajador bloquee el punto de aislación para que sólo pueda ser desbloqueado cuando todos los candados hayan sido retirados. Candados de tijeras o broches de bloqueo de seguridad son ejemplos de pinzas de aislación. En general, la pinza se coloca a través del punto de aislación y cada persona que realiza el mantenimiento o el trabajo de servicio coloca y cierra su propio candado con llave individual en la pinza. Esto asegura la protección de cada trabajador ya que la energía no se puede restaurar hasta que el trabajo haya sido terminado y todos los candados hayan sido retirados. (ver figura 26, 27 y 28)





Figura 26



Figura 27



Figura 28



## Cerrojos de aislación

### Formatos tipo

A continuación, se presentan algunos de los documentos utilizados en procesos de aislación y bloqueo de equipos. Es importante considerar que estos documentos se unen a otros, como el de análisis seguro de trabajo (AST), a fin de asegurar el desarrollo de las labores de mantenimiento bajo altos estándares de seguridad.

Elemento de bloqueo	¿Cuál es su uso?
	<p>Señalar y/o bloquear puntos clave de los equipos para evitar lesiones a las personas a causa del trabajo. Se utilizan mayormente durante operaciones de servicio, preparación o mantenimiento de máquinas y equipos.</p>
	<p>Un candado de seguridad brinda una medida de seguridad más allá de la que ofrecen las tarjetas. Si se lo usa adecuadamente junto con un proceso de bloqueo bien planificado, el candado de seguridad ayuda a asegurar que los trabajadores no activen accidentalmente la pieza de un equipo mientras alguien esté trabajando allí.</p>
	<p>Mantiene el equipo sin energía e inoperante durante el mantenimiento y permite que varios candados sean utilizados para una misma fuente.</p>
	<p>Se utilizan para situaciones de bloqueo difíciles así como para válvulas de compuerta grande o dispositivos de medidas extra.</p>

	<p>Este dispositivo de bloqueos para válvulas puede también ser usados para bloquear palancas grandes y dispositivos mecánicos difíciles de asegurar.</p>
	<p>Este dispositivo bloquea válvulas de compuerta que regulan la energía hidráulica, neumática y química.</p>
	<p>Bloquea una amplia gama de enchufes con cable para evitar que tomen corriente o se entren en contacto con fluidos corrosivos que pueden estar en los pisos.</p>
	<p>Para interruptores que suelen ser sometidos a bloqueos de seguridad, que controlan el suministro eléctrico.</p>
	<p>Asegura cada punto de bloqueo sobre una pieza de equipo con sólo un candado designado.</p> <p>Retiene las llaves de dichos puntos de bloqueo al colocarlas en la caja de bloqueo.</p> <p>Cada empleado autorizado coloca un candado personal en la caja y lo retira sólo cuando el trabajo se haya finalizado.</p>

La función de los elementos de bloqueo es indicar que existe un protocolo y orden lógico asociado. Hay personas encargadas de cada proceso en cada etapa. El mantenedor debe tener presente todo el procedimiento sin olvidar cuál es su función y donde está ubicado dentro de este proceso. Esto responde al contexto de su trabajo.

Los participantes deben familiarizarse con los elementos de bloqueo para que cuando ellos estén realizando labores del oficio puedan asegurarse de que los equipos que van a mantener estén bloqueados correctamente por su propia seguridad.

### Repaso de Conceptos Claves

#### SEÑALÉTICAS

Qué importancia se da a la señalética en minas subterráneas.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Qué importancia tienen los equipos de protección personal.

#### BLOQUEOS

Identificar zonas e instrumentos de bloqueos.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad:** Comprensión de la importancia de la seguridad y control del medio ambiente identificando elementos de protección personal acorde a faenas dentro del proceso productivo.

- **Estrategia Metodológica:**  
Explicar y demostrar que la prevención y la seguridad de toda persona que ingrese a mina subterránea, sea cual sea su función en el proceso debe aplicar normas y reconocer las medidas de seguridad en señaléticas, procedimientos, instructivos, segregaciones ETC.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

## 1. Objetivo

El trabajador aplica normas de seguridad en cada una de las tareas a las que se asigna dentro de sus funciones o especialidades.

## 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- EPP
- Señaléticas usadas frecuentemente



**3. Descripción de la Actividad:** Identificar Normas, procedimientos, instructivos y señaléticas para el proceso productivo.

Etapa	Especificaciones
Inicio	El instructor demostrará los tipos de señaléticas colores y formas detalladas para el reconocimiento dentro del proceso productivo.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rellenar en los recuadros de los equipos de protección personal las funciones que desarrolla cada EPP y partes del cuerpo que protege.</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas.</li> <li>Instruir en el correcto uso de los EPP.</li> <li>Explicar normas que regulan la utilización de los EPP y señaléticas.</li> <li>Mostrar sistemas y componentes de bloqueo y sus funciones.</li> <li>Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)</li> <li>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.</li> <li>Término de la actividad.</li> <li>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</li> </ol>
Duración de la actividad	60 minutos.



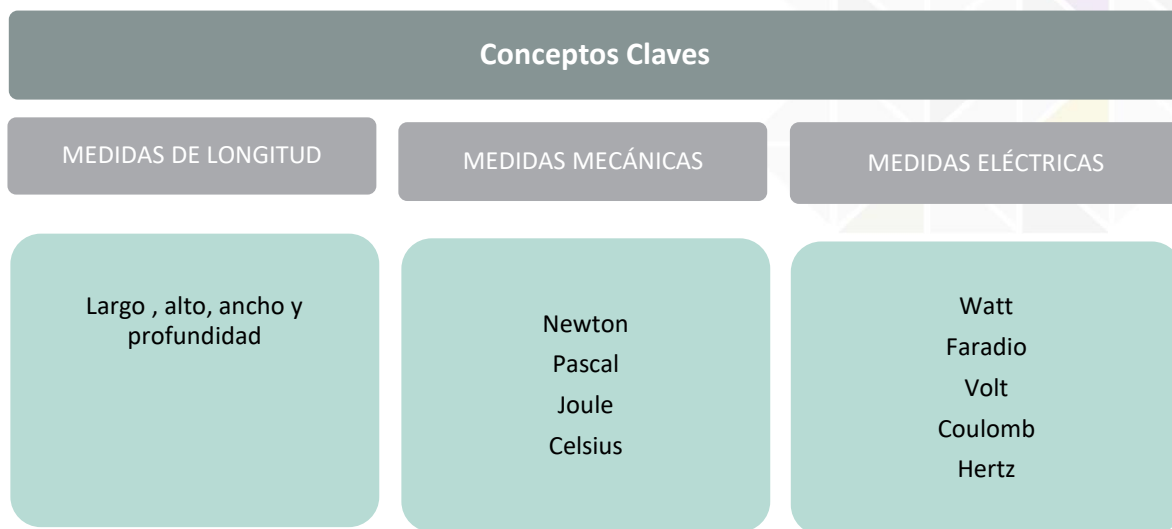
#### **4. Cierre de la Actividad**

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

- Identificar en las imágenes funciones de los EPP y Señaléticas.
- Reconocer los puntos de bloqueo de equipos y sistemas.
- Reconocer las señaléticas restrictivas y prohibitivas en el proceso.

## 4. Unidades básicas de medidas

**Aprendizaje esperado:** Reconocer y utilizar unidades de medidas más comunes.



### Introducción:

Las unidades básicas de medidas se explican en estos contenidos para lograr identificarlas y ejecutar sus equivalencias en los sistemas métricos internacionales de acuerdo a la gran variedad de instalaciones y sistemas neumáticos, eléctricos y oleohidraulicos los que debemos saber leer e interpretar, ya que con estos sistemas trabajaremos a diario, sea cual sean nuestras funciones como trabajadores u operadores de minería.

Tabla 1: Unidades Básicas del SI

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Longitud	l	metro	m
Masa	m	kilogramo	kg
Tiempo	t	segundo	s
Corriente eléctrica	I	ampere	A
Temperatura	T	kelvin	K
Intensidad luminosa	I	candela	cd
Ángulo de rotación	α	radián	rad



Tabla 2: Definición de las Unidades

Unidad	Definición
metro	Es la longitud de la trayectoria que viaja la luz en el vacío durante el intervalo de tiempo de 1/299.792.458 segundos.
kilogramo	La masa del Prototipo internacional del Kilogramo. (Platino - Iridio) Además la masa de 1 litro de agua
segundo	El intervalo de tiempo correspondiente a 9.192.631.770 oscilaciones de un átomo de cesio 133 a 0 K
ampere	La corriente necesaria para que fluya en 2 conductores paralelos, ubicados con 1 un metro de separación en un vacío para producir una fuerza de $2 \times 10^{-7}$ newton metros entre los conductores. (1 ampere es igual al paso de $6,37 \times 10^{18}$ electrones en un conductor de un segundo)
kelvin	1/273,16 del (punto triple) del agua (punto de congelación)
candela	La intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de 54.012 Hz y posee una intensidad energética de 1/683 watt por estereorradián.
radián	El ángulo entre 2 radios del mismo círculo, que se marcan en la circunferencia del círculo, un arco igual a la longitud del radio del círculo.

#### 4.1. Unidades Derivadas

Otras unidades, llamadas unidades derivadas, se desarrollan a partir de las unidades básicas de la Tabla 1. Un buen ejemplo es la velocidad. Esta se desarrolla a partir de:

- La distancia viajada (metros).
- El tiempo que toma (segundos).

Para el uso diario sólo se necesitan algunas unidades del SI:

## 4.2. Unidades Mecánicas

Tabla 3: Unidades mecánicas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Fuerza	F	newton	N
Presión	P	pascal	Pa
Energía y trabajo	E y W	joule	J
Temperatura	T	Grado Celsius	°C
Volumen	V	metros cúbicos	m <sup>3</sup>

## Definiciones

Tabla 4: Definiciones mecánicas derivadas

Unidad	Definición
newton	La fuerza necesaria para darle a un objeto cuya masa es de 1 kg una aceleración de 1m/s <sup>2</sup> .
pascal	La presión que se ejerce cuando se aplica una fuerza de 1N en una área de 1m <sup>2</sup>

joule	Energía empleada cuando se aplica una fuerza de 1N a lo largo de 1m.
Celsius	La temperatura usando el punto triple del agua como punto de referencia inicial.

### 4.3. Unidades Eléctricas

Tabla 5: Unidades eléctricas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Potencia	P	watt	W
Carga	Q	coulomb	C
Frecuencia	f	hertz	Hz
Potencial	V	volt	V
Capacidad	C	faradio	F

#### Definiciones

Tabla 6: Definiciones eléctricas derivadas

Unidad	Definición
watt	La potencia utilizada cuando la energía se emplea a una tasa de 1 Joule por segundo.
coulomb	La cantidad de carga eléctrica transferida cuando se aplica una corriente de 1 Ampere durante 1 segundo.
hertz	El número de oscilaciones periódicas por segundo.

volt	La diferencia potencial entre 2 puntos en un conductor cuando una corriente de 1 Ampere causa una disipación de energía de 1 Watt
faradio	La capacidad entre dos placas de un condensador cuando la aplicación de 1 volt causa la transferencia de una carga de 1 coulomb.

Liste las unidades de medición en el sistema internacional (SI):

Magnitudes	Símbolo de la unidad	Unidad básica
Longitud:	m	Metro
Masa:	kg	Kilogramos
Tiempo	s	Segundos
Corriente eléctrica	A	Ampere
Temperatura	°C	Grados Celsius
Fuerza:	N	Newton
Presión:	Pa	Pascal
Energía:	J	Joule
Trabajo:	J	Joule
Temperatura:	°C	Grados Celsius
Volumen:	m <sup>3</sup>	Metros Cúbicos
Potencia:	W	Watts
Carga:	c	Coulomb
Frecuencia	Hz	Hertz
Potencial:	V	Volt
Capacidad:	F	Faraday

Flujo másico:	kg/s	Kilogramos /segundos
Caudal de flujo:	m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos/ segundo
Inductancia:	H	Henrio

### Conceptos Claves

#### MEDIDAS DE LONGITUD

Qué medidas de longitud son usadas frecuentemente.

#### MEDIDAS MECÁNICAS

Qué medidas se utilizan frecuentemente en mecánica.

#### MEDIDAS ELÉCTRICAS

Qué medidas son utilizadas frecuentemente utilizadas en electricidad.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Reconocimiento y utilización unidades de medidas más comunes

- **Estrategia Metodológica:**  
Reconocer los sistemas de medidas utilizados en distintas labores del proceso.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo :

**Reconocer distintas medidas y sus conversiones más comunes para llevarlas al sistema métrico internacional de la lengua española**

### 2. Materiales y recursos :

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- EPP.
- Tablas de conversiones o sistemas de conversiones.



3. **Descripción de la Actividad:** El alumno será capaz de reconocer las medidas e instrumentos más comunes dentro del proceso. Y sus conversiones.

Etapa	Especificaciones
Inicio	Aplicar tablas de conversiones e interpretar lecturas de instrumentos más utilizados en minería.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El participante aplicará las tablas de conversiones y sus cálculos matemáticos.</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas</li> <li>Los participantes registrarán los resultados en planillas de cálculos</li> <li>Registran los resultados en formato definidos.</li> <li>Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con instrumentos y sus lecturas.</li> <li>Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)</li> <li>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</li> <li>Término de la actividad</li> </ol>





	i. Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	60 minutos.

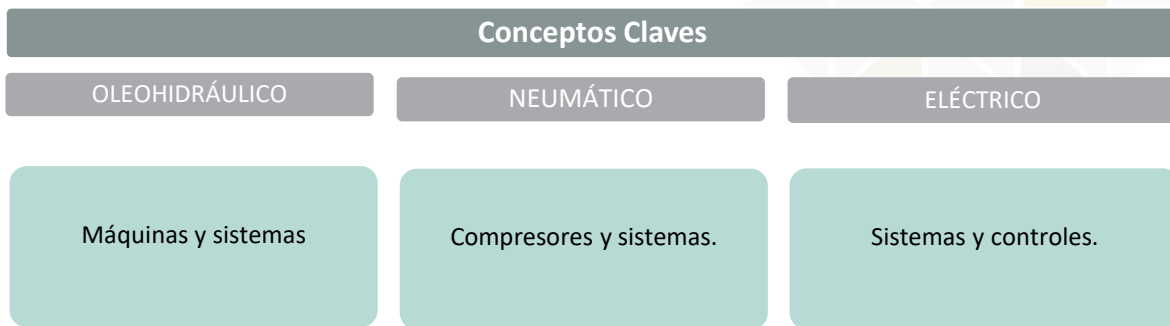
#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

- Reconocer las medidas comunes utilizadas en equipos e instrumentos.
- Aplicar las tablas de conversiones para sistemas comunes de medidas.

## 5. Oleohidráulica; neumática y eléctrica.

**Aprendizaje esperado:** Comprender la utilidad y funcionamiento general de sistemas oleohidráulicos, neumáticos y eléctricos.



### Introducción

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos proporcionan una inmediata fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, líneas de procesos, producción y ensamble, así como también maquinaria de manejo mecánico. Los sistemas hidráulicos también encuentran aplicación en máquinas de producción, máquinas de talleres y herramientas de mantenimiento y reparación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad, ayudará a adquirir los conocimientos del lugar de trabajo y habilidades en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos es el lugar de trabajo y prepararlo para estudios futuros sobre los sistemas hidráulicos.

La potencia hidráulica es un término que fue creado para incluir la generación, control y aplicación de energía eficaz y suave de los fluidos comprimidos o bombeados (ya sean líquidos o gases), cuando se usa esta potencia para suministrar fuerza y movimiento a los mecanismos. Esta fuerza y movimiento puede estar en la forma de empuje, tracción, rotación, regulación o impulso.

La potencia de fluidos incluye sistemas hidráulicos (que involucra líquidos) y sistemas neumáticos (que involucran gases).

En la hidráulica (potencia de fluidos), transmitimos y controlamos fuerzas y velocidades al transmitir y controlar presión y el flujo de un fluido, ya sea agua o un aceite. Casi en todo tipo de tecnología hoy en día usamos accionamiento hidráulico y técnicas de control. Unos pocos ejemplos:

- Equipamiento mecánico.
- Equipamiento agrícola.
- Equipamiento para movimiento de tierra y minería.
- Construcción naviera.
- Industrias de petróleo y aceite en ultramar.
- Aeronaves y naves espaciales.
- Martillos rompedores móviles.
- Martillos rompedores fijos.
- Maquinas de carguío de mineral.
- Buzones de traspaso de mineral.
- Sistemas de compuertas.



Los siguientes temas serán cubiertos en esta sección:

- Sistema hidráulico básico.
- Componentes del sistema.
- Mangueras y fittings.
- Seguridad.

### **5.1.        Sistemas hidráulicos**

Desde partidores de troncos caseros hasta las inmensas máquinas que se ven en los sitios de construcción, ¡el equipamiento hidráulico es increíble en su poder y agilidad!

En todo sitio de construcción se ve maquinaria hidráulica en la forma de topadoras, retroexcavadoras, palas mecánicas, cargadoras, grúas horquilla y grúas. La hidráulica opera las superficies de control en toda aeronave de gran tamaño. Se ve hidráulica en los centros de servicio para automóviles cuando se levanta un vehículo para que el mecánico pueda trabajar por debajo, y muchos elevadores son hidráulicos con el uso de la misma técnica. Incluso los frenos de automóvil usan hidráulica.(ver figura 29)



figura 29

Los cilindros hidráulicos son visibles en esta excavadora

La popularidad de la maquinaria hidráulica se debe a la gran cantidad de potencia que se puede transferir a través de los pequeños tubos y mangueras flexibles; y la densidad de gran potencia y amplio arreglo de accionadores que pueden usar esta fuerza.

Las ventajas de los sistemas hidráulicos por sobre otros métodos de transmisión de potencia son:

- Diseño simple: en la mayoría de los casos, unos pocos componentes prediseñados remplazarán enlaces mecánicos complicados.
- Flexibilidad: los componentes hidráulicos pueden ubicarse con una flexibilidad considerable. Las cañerías y mangueras en vez de los elementos mecánicos virtualmente eliminan los problemas de ubicación.
- Suavidad: los sistemas hidráulicos son suaves y silenciosos en su operación. La vibración se mantiene al mínimo.
- Control: el control de un amplio rango de velocidades y fuerzas es fácilmente posible.
- Costo: alta eficiencia con pérdida por fricción mínima mantiene el costo de una transmisión de potencia al mínimo.
- Protección de sobrecarga: las válvulas automáticas protegen el sistema en contra de fallas por sobrecarga.

La principal desventaja de un sistema hidráulico es el de mantener las piezas de precisión cuando están expuestas a climas desfavorables y atmósferas sucias. La protección contra el óxido, corrosión, suciedad, deterioro del aceite y otras condiciones ambientales adversas es muy importante.

### **Hidráulica**

El comportamiento dinámico y estático de los fluidos: el estudio de los fluidos que realizan un trabajo

### **Ventajas de los sistemas hidráulicos**

- Simplicidad general, elimina los enlaces.
- La ubicación de componentes puede ser variada.
- Automatización de la secuencia de movimiento.
- Velocidad y fuerza infinitamente variable.
  - Bajas tasas de desgaste de componentes debido a:
  - Operación suave controlada.
  - Limitación de presión automática.
  - Ausencia de vibración.
  - Lubricación automática.
- Las pérdidas por fricción son pequeñas.
- Se puede actualizar los componentes del sistema.

### **Desventajas de los sistemas hidráulicos**

- Presiones muy altas.
- La limpieza extrema es necesaria (contaminación).
- Necesita mantenimiento periódico (condiciones climáticas).
- Corrosión de componentes expuestos.
- Altos costos de adquisición.
- Mantención deficiente de los sistemas electro-hidráulicos.

### **Hidrostática**

Trabajo realizado a través del líquido bajo presión.

#### **Usos hidrostáticos:**

- Frenos hidráulicos.
- Toma de fuerza.
- Dirección asistida.
- Volquete.
- Grúas montadas.
- Agitadores de concreto.
- Gato hidráulico.
- Cilindros de cierres de guillotinas y dedos de buzones de traspaso.

### **Hidrodinámica (o hidrotimétrica).**

Trabajo realizado a través de líquido en movimiento.

## Usos de la hidrodinámica.

Acoplamiento hidráulico (embragues).

Transmisiones automáticas:

- Convertidores de torque.
- Retardador hidráulico.

El fluido bajo presión se vuelve un sólido (ver figura 30)

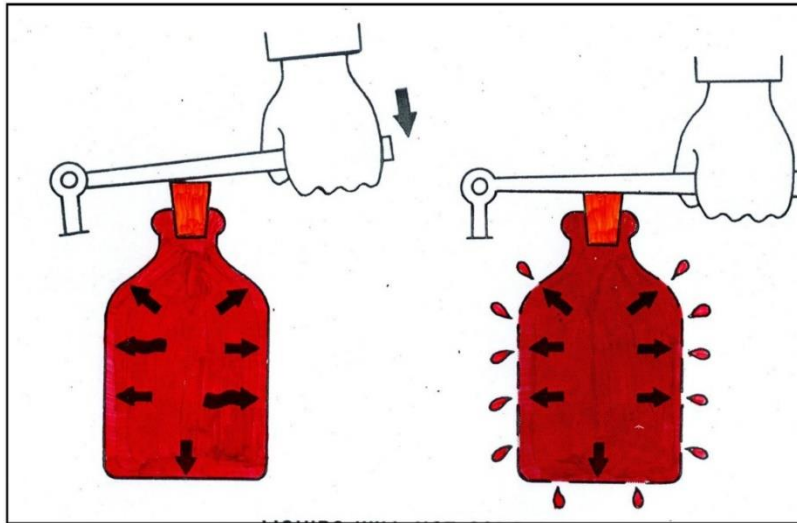


figura 30

Fluido incompresible en uso

**Permanece como un líquido**

El fluido fluye por el camino de menos resistencia. (ver figura 31)

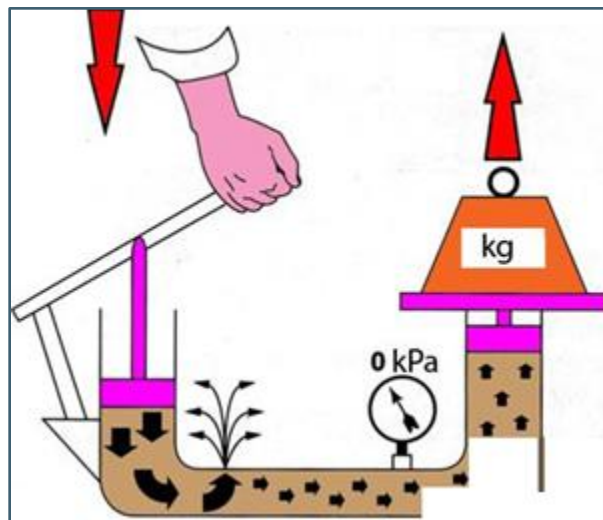


figura 31

## Aditivos de aceite hidráulico

Los aditivos fortalecen o modifican ciertas características del aceite base.

### Aditivos:

- Detergentes.
- Inhibidores de oxidación.
- Dispersantes.
- Agentes de alcalinidad.
- Agentes anti desgaste.
- Dispersantes de punto de fluidez.
- mejoradores del índice de viscosidad.
- Agente antiespumante.
- Emulsionantes.

## Filtros

Se incluyen filtros para proteger todos los componentes en contra de daños debido a la contaminación. Los filtros pueden ser elementos de papel fino o coladores gruesos. Algunos sistemas pueden contener imanes.

Los filtros pueden ser incluidos a:

- Línea de succión.
- Línea de retorno.
- Línea de presión.
- Tubo de relleno del reservorio.
- Respiradero del reservorio.

## Potencia hidráulica

La ciencia de la presión de fluidos proporciona algo de la teoría de la hidráulica.

1. Una fuerza que actúa en un área pequeña puede crear una fuerza mucho más grande al actuar en un área más grande por virtud de la presión hidrostática.
2. Una gran cantidad de energía puede ser transportada por un pequeño flujo de fluido altamente presurizado.

La maquinaria hidráulica ofrece una gran cantidad de energía y fuerza con componentes relativamente pequeños. Un cilindro hidráulico típico con un diámetro de 75 mm (3 pulgadas), por ejemplo, puede suministrar 89.000 N (20.000 lbf). La transmisión de energía en un sistema hidráulico se controla fácilmente con válvulas.

Algunas partes de un sistema hidráulico funcionará a cerca de 2000 kPa (300 psi) (controles piloto, frenos de vehículos).



## Sistemas básicos

En su forma más simple, un sistema hidráulico consta de los siguientes componentes básicos:

- Reservorio.
- Bomba hidráulica.
- Indicador de presión.
- Motor hidráulico, émbolo y otro dispositivo para realizar el trabajo.
- Elementos de control para controlar el flujo, la presión y la dirección.
- Mangueras, cañerías y fittings.

**a) Motor - sistema de inversión.** Las siguientes figuras muestran una bomba accionada por motor operando un motor rotativo reversible. Una válvula de inversión dirige el fluido a ambos lados del motor y de vuelta al reservorio. Una válvula de liberación protege el sistema en contra del exceso de presión y puede rodear la salida de la bomba hacia el reservorio, si la presión sube demasiado. (ver figuras 32 y 33)

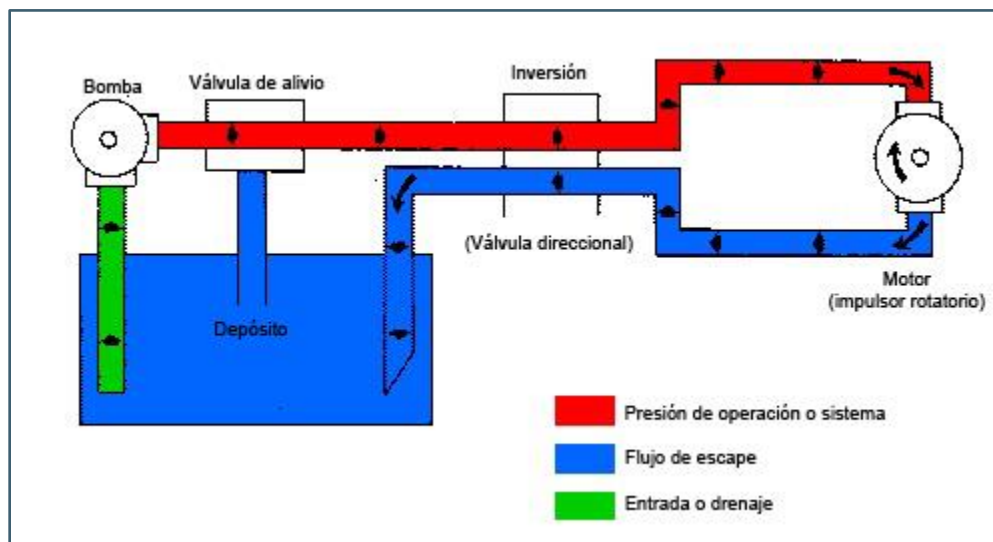


figura 32

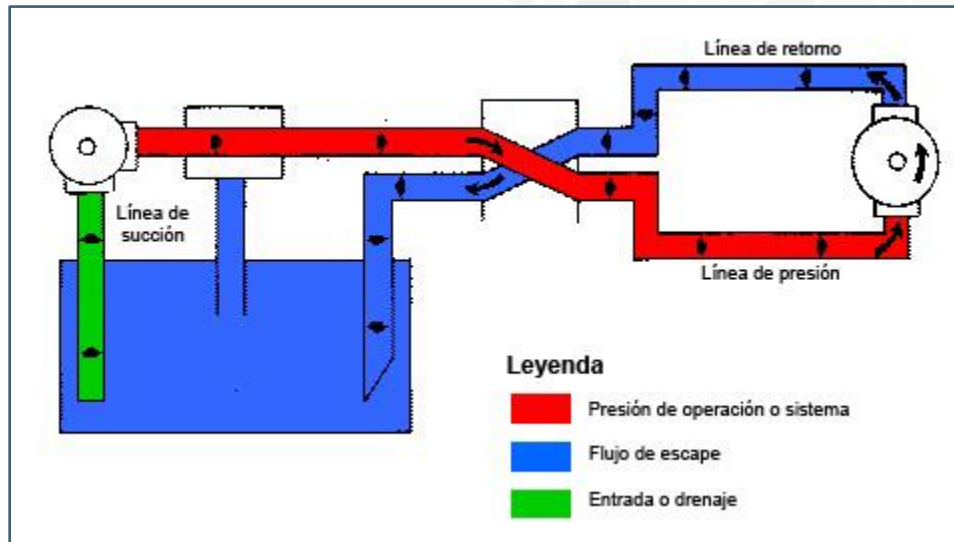


figura 33

**b) Sistema de centro abierto.** En este sistema, un carrete de válvula de control debe estar abierta en el centro para permitir que el flujo bombeado pase por la válvula y vuelva al reservorio. La figura muestra este sistema en la posición neutral. Un sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples. (ver figuras 34 y 35)

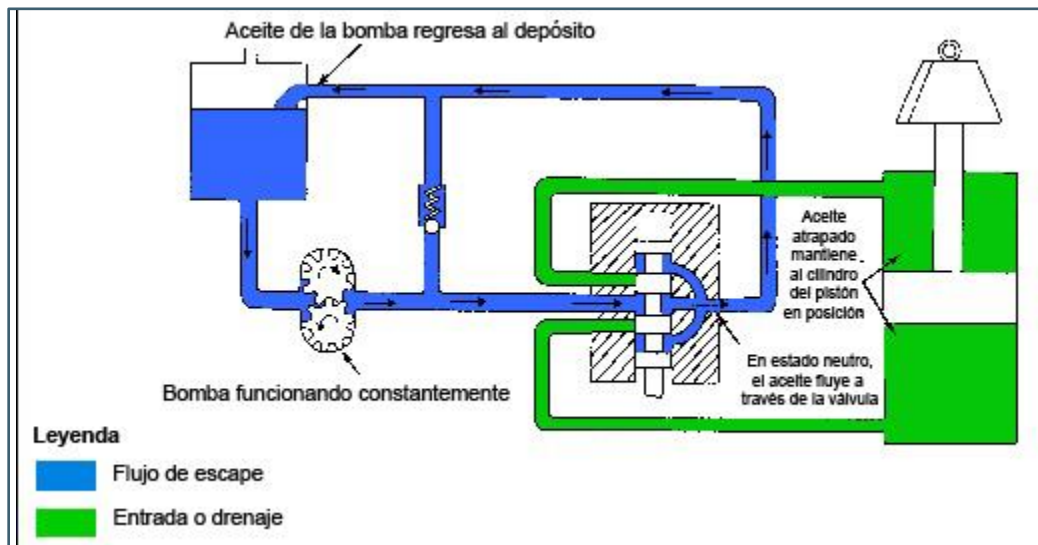


figura 34

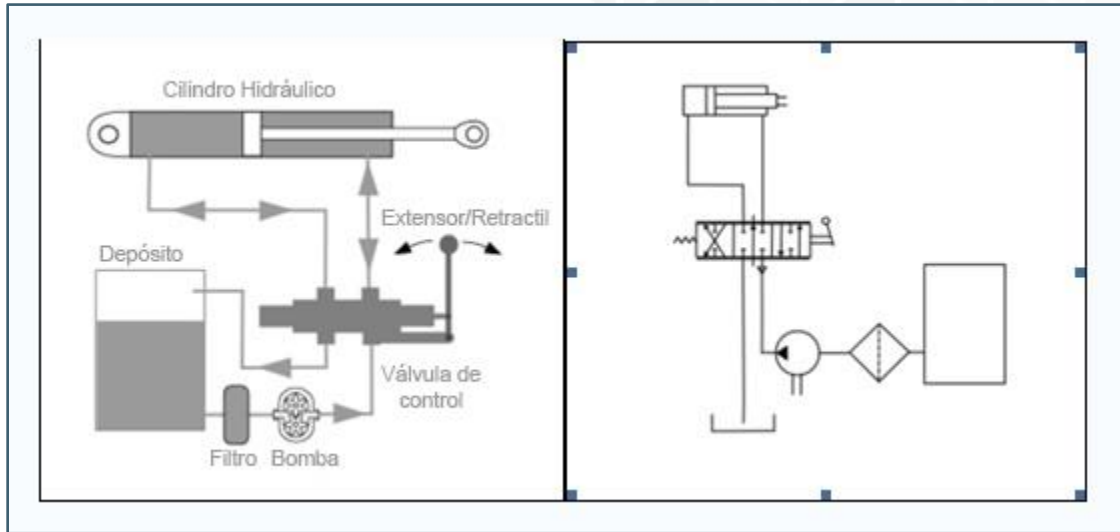


figura 35

Un circuito hidráulico de centro abierto simple. El diagrama del circuito equivalente.

**c) Sistema de centro cerrado.** En este sistema, una bomba puede descansar cuando no se necesita que el aceite opere una función. Esto significa que una válvula de control está cerrada en el centro, deteniendo el flujo del aceite desde la bomba. La figura 16 muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones: (ver figura 36)

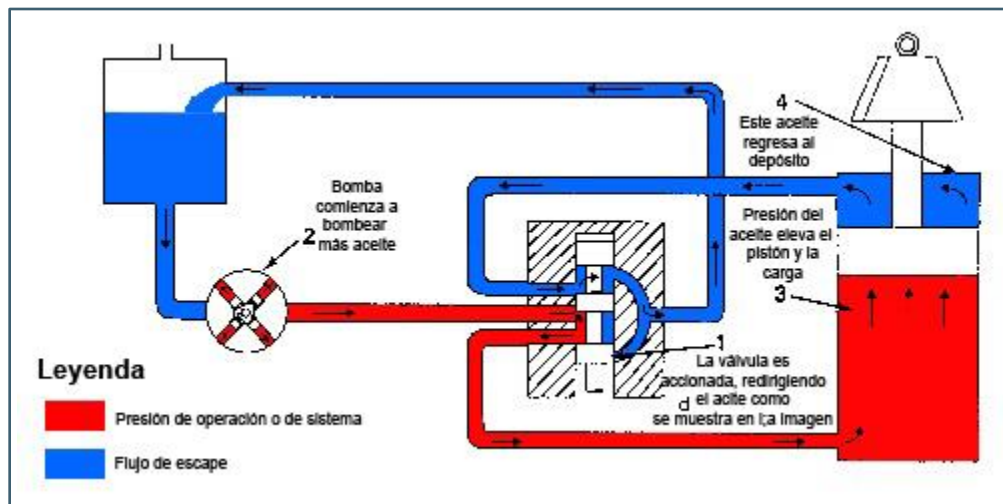


Figura36

**Acumulador y bomba de desplazamiento fijo.** La siguiente figura muestra un sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba de volumen pequeño pero constante carga un acumulador. Cuando un acumulador se carga a una presión completa, una válvula de descarga desvía el flujo de

la bomba de vuelta al reservorio. Una válvula de verificación atrapa el aceite presurizado en el circuito. (Ver figura 37).

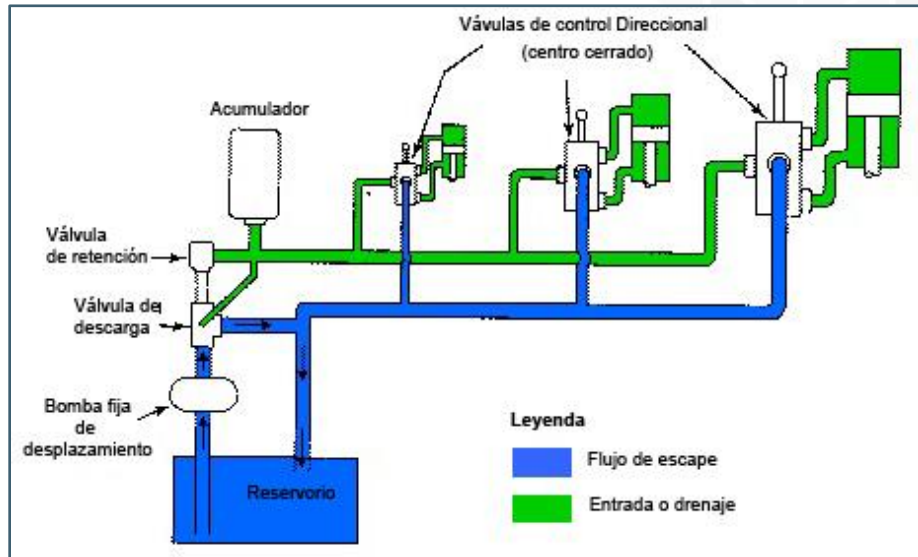


figura 37

Cuando se opera una válvula de control, un acumulador descarga su aceite y acciona un cilindro. A medida que comienza a descender, una válvula de descarga dirige el flujo de la bomba a un acumulador para recargar el flujo. Este sistema, que usa una bomba de capacidad pequeña, es eficaz cuando se necesita aceite de operación sólo por un período corto.

Sin embargo, cuando las funciones necesitan mucho aceite por periodos más largos, un sistema acumulador no puede manejarlo a menos que el acumulador sea muy grande.

**Bomba de desplazamiento variable.** La siguiente figura muestra un sistema de centro cerrado con una bomba de desplazamiento variable en el modo neutral. Cuando está en modo neutral, se bombea aceite hasta que la presión se eleva a un nivel predeterminado. Una válvula de regulación de presión permite que la bomba se apague por sí misma y se debe mantener esta presión hacia la válvula. Cuando la válvula de control está funcionando, se desvía el aceite desde la bomba hasta el fondo de un cilindro. La caída de presión causada por conectar la línea de presión de la bomba al fondo del cilindro, causa que la bomba vuelva a funcionar, bombeando aceite al fondo del pistón y levantando la carga. (Ver figura 38).

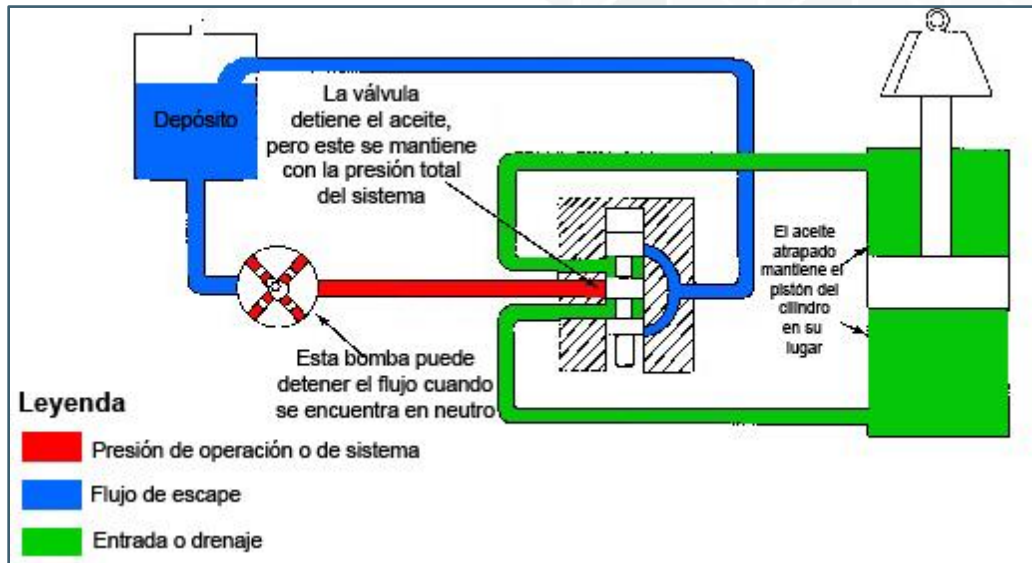


figura 38

Cuando se mueve la válvula, la parte de arriba del pistón se conecta con una línea de retorno, que permite que el aceite de retorno que fue forzado desde el pistón vuelva al reservorio o bomba. Cuando la válvula vuelve al modo neutro, el aceite es atrapado en ambos lados del cilindro y el paso de la presión desde la bomba se cierra. Luego de esta secuencia, la bomba descansa. Moviendo el carrete en la posición baja, dirige el aceite hacia la parte de arriba del pistón, moviendo la carga hacia abajo. El aceite de abajo del pistón es enviado a la línea de retorno.

La figura muestra este sistema de centro cerrado con una bomba de carga, que bombea aceite desde el reservorio hasta la bomba de desplazamiento variable. La bomba de carga suministra sólo el aceite necesario en un sistema y proporciona un poco de presión de entrada para hacer que una bomba de desplazamiento variable sea más eficiente. El aceite de retorno desde la función de un sistema se envía directamente hasta la entrada de una bomba de desplazamiento variable. (ver figura 39)

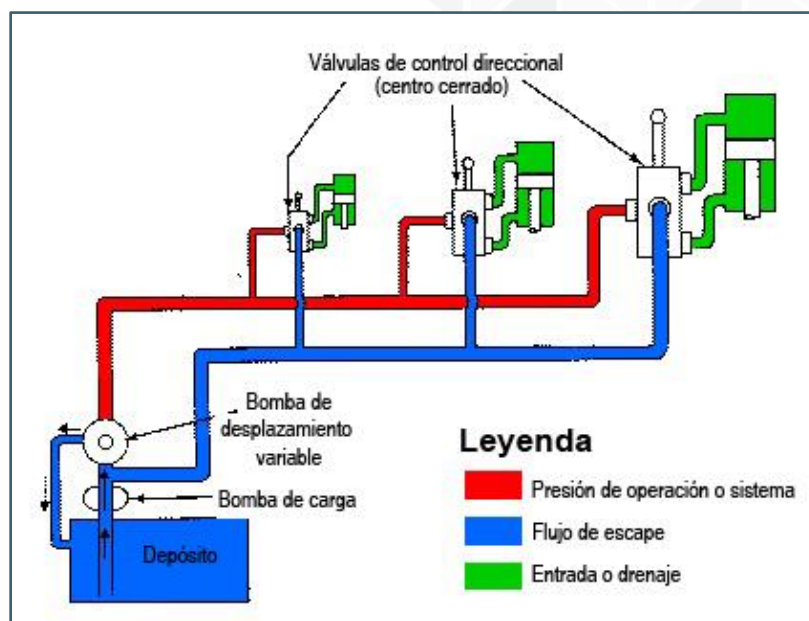


figura 39

Debido a que las máquinas de hoy en día necesitan más energía hidráulica, un sistema de centro cerrado es más ventajoso. Por ejemplo, en un tractor, el aceite puede ser necesario para la dirección hidráulica, frenos hidráulicos, cilindros remotos, enganche de tres puntos, cargadores y otros equipos montados.

En la mayoría de los casos, cada función necesita una cantidad diferente de aceite. Con un sistema de centro cerrado, la cantidad de aceite para cada función puede controlarse por el tamaño de la válvula o línea o por orificio con menos acumulación de calor cuando se compara con los divisores de flujo necesarios en un sistema de centro abierto comparable.

**Codificación por colores.** En este manual, las cifras que muestran las condiciones o caminos del flujo de aceite son preparadas con códigos de colores estándares de la industria. La Tabla 8 muestra los colores para las líneas hidráulicas y pasos que están en muchas de las cifras:

Tabla 8 Colores de las cifras	
Línea/Paso	Color
Presión de funcionamiento	Rojo
Escape	Azul
Ingreso o drenaje	Verde
Flujo medido	Amarillo

## Cierre

En las unidades hidráulicas se requiere de limpieza periódica para evitar los aislamientos de las válvulas electro-hidráulicas ya que de esto depende que las unidades trabajen a plena potencia sin detenciones inesperadas. Los mayores cuidados que deben tener los operadores es en el estado de los ductos y mangueras de altas presiones porque pueden producir grandes pérdidas a las personas.

## 5.2. Nociones de Neumática

### Introducción

Los sistemas neumáticos a través del tiempo se han empleado en la minería para controlar flujos de mineral por cilindros neumáticos y dedos metálicos, teniendo una operación bastante brusca y muy sonora, de altos decibeles, por lo que hoy en día se han ido renovando o cambiando por sistemas oleo-hidráulicos.

Los sistemas neumáticos que perduran en la minería son compresores estacionarios para abastecer de aire industrial a todos los niveles productivos y sistemas de emergencias como refugios.

Los siguientes temas serán abordados en esta sección:

- Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos.
- Seguridad neumática.
- Compresores de aire.
- Componentes auxiliares del compresor.
- Mantenimiento de los sistemas neumáticos.
- Sistemas de distribución de aire.

### Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos

A continuación se indican las ventajas principales de un sistema neumático:

- El aire es un gas fácilmente disponible que se comporta como un fluido y que puede ser devuelto a la atmósfera luego de ser utilizado.
- El aire comprimido puede ser almacenado en contenedores contruidos y diseñados adecuadamente como medio de almacenamiento de energía.
- El aire comprimido puede ser distribuido de manera rápida y eficiente dentro de una planta o fábrica.
- Las filtraciones de aire comprimido son un desperdicio de energía y en la mayoría de los casos no constituye un peligro serio.



- El aire comprimido es relativamente fácil de controlar en una amplia gama de aplicaciones donde se necesite el control de la velocidad y la potencia.
- Las herramientas o equipos que utilizan aire comprimido no se dañan por sobrecarga bajo muchas circunstancias de uso, sólo se detiene.
- El equipamiento de aire comprimido puede ser usado en temperaturas altas, ambientes húmedos o peligrosos.

A continuación se indican las desventajas principales de los sistemas neumáticos:

- El aire exterior de entrada debe ser filtrado y limpiado.
- Los conductos de escape y válvulas de alivio en equipos accionados por aire necesitan silenciadores para minimizar el ruido de la máquina.
- Las máquinas neumáticas funcionan comparativamente a bajas presiones, limitando la cantidad de energía disponible para impulsar maquinaria o herramientas y por ende, su tamaño.
- Debido a la compresibilidad del aire, es difícil regular y lograr velocidades constantes en pistones o ejes.
- El aire, especialmente cuando está comprimido, se escapa fácilmente por puntos de filtración tales como espacios pequeños, etc.

### **Seguridad en sistemas neumáticos**

Cuando se trabaja con cualquier equipo que involucre el uso de aire comprimido, deberá aislarlo y dejarlo seguro para hacerlo de acuerdo con su Hoja de Análisis de Seguridad del Trabajo (Job Safety Analysis Sheets – JSA) o los Procedimientos de Operación Estándar (Standard Operating Procedures - SOP)

El aire comprimido es más seguro de usar que la electricidad, pero como todas fuente de energía, se debe usar con cuidado y precaución. El personal de mantenimiento deberá estar consciente de los peligros potenciales que están presentes cuando se utilice aire comprimido a altas presiones.

Antes de comenzar cualquier prueba o mantenimiento en un sistema neumático, se debe observar las siguientes reglas como mínimo:

- Aislar el compresor y/o la máquina neumática de suministros de energía externos y de todas las fuentes de presión. Drenar o ventilar completamente hacia la atmósfera antes de dismantelar algún componente.

- Cuando se realice el mantenimiento en compresores accionados eléctricamente, bloquear el interruptor en la posición abierta (off), o usar otro medio seguro de interrupción de corriente tales como el retiro de fusibles.
- Usar tarjetas de bloqueo para evitar que otras personas intenten operar la máquina.

### **Compresores de aire**

Los compresores de aire están diseñados para comprimir aire o gas desde una presión de entrada inicial (normalmente atmosférica) a una presión más alta de salida.

Los compresores pueden ser clasificados en dos (2) grupos básicos, con varios diseños dentro de cada grupo. Éstos son:

- Compresores reciprocantes (recíprocos).
- Compresores de pistón rotatorio.
- Compresores de flujo.

Los primeros dos (2) grupos funcionan sobre el principio de desplazamiento positivo donde el aire se comprime al confinarlo en una cámara o cilindro, luego reduciendo el volumen de la cámara.

El último grupo funciona sobre el principio de ingresar aire por un lado y comprimiéndolo por aceleración de masa hacia el otro.

### **Compresores reciprocantes**

Los compresores del tipo pistón de una etapa están diseñados en una variedad de tamaños para cubrir un amplio rango de volúmenes y presiones de operación de salida. Este tipo de compresor normalmente se descarga en un receptor de aire para almacenar el aire comprimido para su uso. La parte de arriba del pistón y la cabeza del cilindro siempre se mantiene al menor mínimo factible para lograr la eficiencia volumétrica.(ver figura 40)

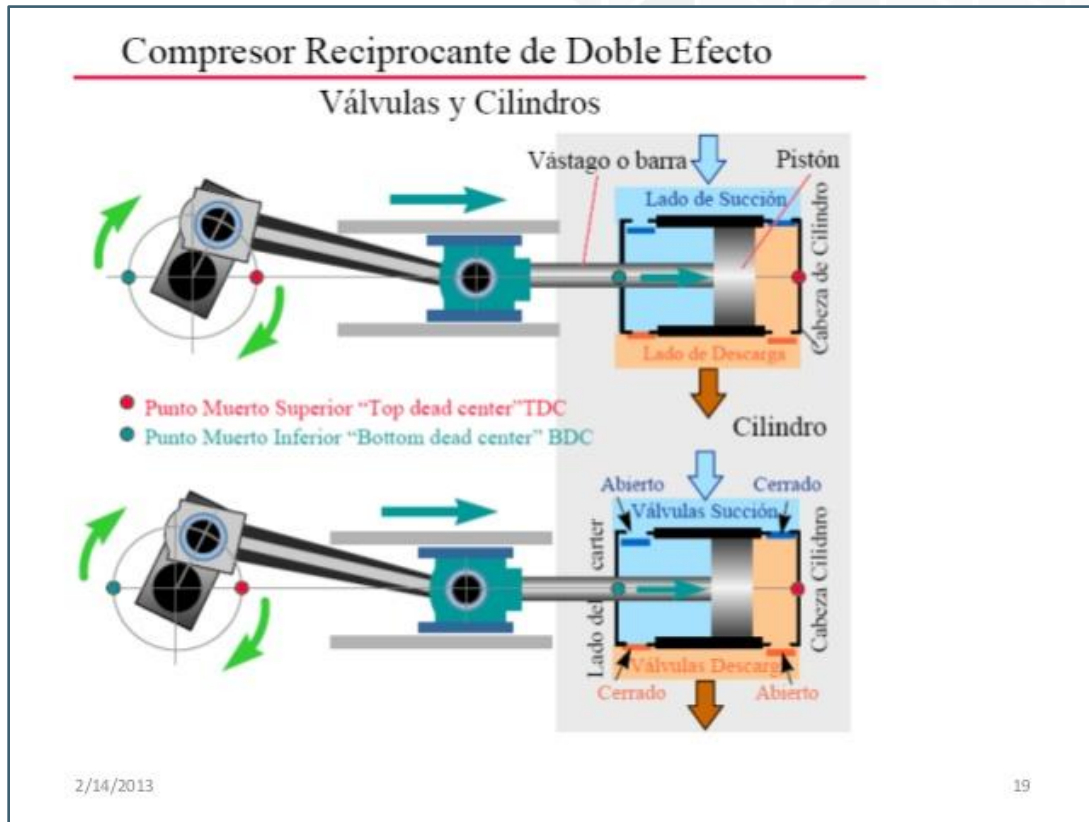


figura 40

Algunos de los grandes compresores reciprocantes fijos tienen camisas de enfriado por agua para eliminar el exceso de calor causado al comprimir grandes volúmenes de aire.

Los compresores del tipo pistón de dos (2) etapas comprimen el aire en dos (2) etapas y usan dos (2) pistones de tamaños diferentes.

Los compresores de diafragma tienen el pistón separado de la cámara de succión por un diafragma flexible. Este tipo de compresor no sufre de contaminación por aceite en el aire de salida. Se usan comúnmente en situaciones donde se necesita aire limpio, tales como en aplicaciones de procesamiento de alimentos, farmacéuticas y químicas. Éstos son muy similares en diseño a una bomba de agua de diafragma.

## Compresores rotativos

Los Compresores de Flujo Axial son compresores muy eficaces con relaciones de presión de etapas que varían entre ocho y doce. Constan normalmente de aspas o paletas alineadas que se deslizan en un rotor, que funciona de manera excéntrica en un estator o carcasa.

La combinación de paletas deslizantes, en contacto con la superficie interna del estator y el rotor que opera de manera excéntrica, tiene el efecto de ingresar el aire cuando las aspas están extendidas a su posición exterior. Esto comprime gradualmente el aire debido a la reducción de volumen, hasta que se descarga a máxima presión, que es cuando las aspas son retraídas a su posición interna.(ver figura 41)

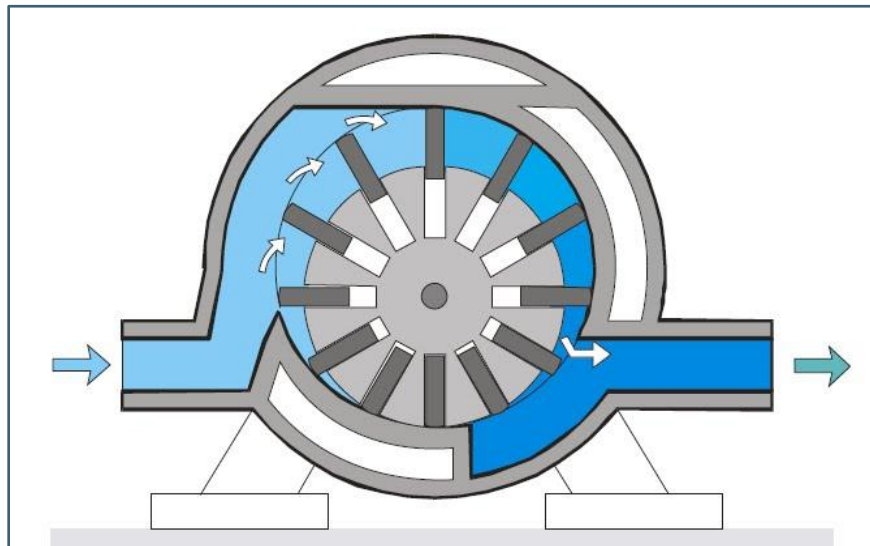


figura 41

Los compresores rotativos de paletas deslizantes emplean un rotor montado de manera excéntrica que gira en una carcasa cilíndrica con ranuras de entrada y salida. Las ventajas de este compresor son sus dimensiones compactas y además su funcionamiento silencioso y entrega de aire estable.

## Compresores de flujo

Los compresores Roots (de lóbulos): transportan el aire de un lado a otro sin ningún cambio en el volumen. Se evita que los lóbulos de rotación entren en contacto unos con otros por engranajes de sincronización y los bordes de los lóbulos producen el sellado necesario en el lado de la presión.(ver figura 42)

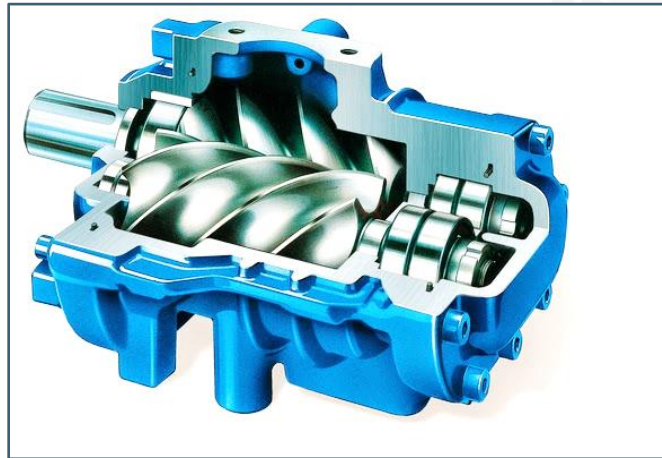


figura 42

Los Compresores de Flujo Radial: entregan grandes cantidades de aire a baja presión, con una proporción de presión de cuatro (4) etapas, siendo ésta cerca del máximo factible. El principio de operación es que cuando el eje gira, el efecto de la fuerza centrífuga sobre el aire dentro del álabe causa su compresión y al mismo tiempo lo induce para que fluya hacia el álabe.

El aire ingresa al ojo del álabe y el álabe rotativo acelera el aire de manera radial. A medida que el aire deja el álabe, ingresa a un ducto con forma divergente antes de salir del compresor. Esto disminuye la velocidad del aire y aumenta su presión.(ver figura 43)

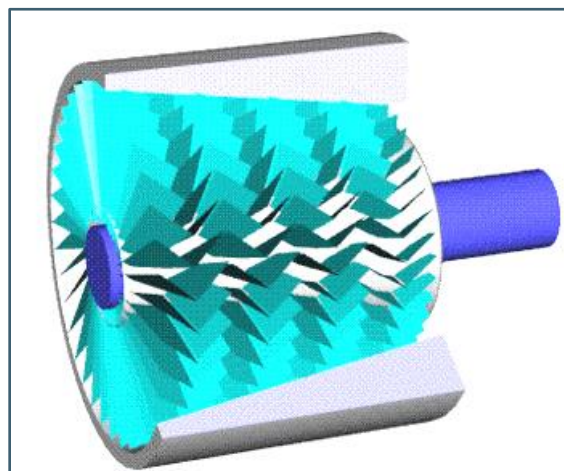


Figura43

## Componentes auxiliares del compresor

### Dispositivos de regulación

Un requisito fundamental de muchos compresores es la capacidad para mantener una presión constante predeterminada en el receptor, sin importar las variaciones de demanda. Hay dos (2) sistemas de regulación, descargadores de aire y dispositivos de protección:

### Descargadores de aire

Un descargador es un dispositivo automático que varía la cantidad de aire que se comprime. Están incorporados en los compresores, a fin de conservar el gasto de energía cuando no hay demanda de aire.

1. Descarga de línea de entrada.
2. Descarga de entrada y de descarga.
3. Válvula de entrada mantenida cerrada.
4. Válvula de entrada mantenida abierta.
5. Válvula de descarga mantenida abierta.
6. Carrera de compresión ajustable.
7. Volumen de cámara de compresión variable.

### Válvulas de admisión y descarga del compresor

Las válvulas de admisión y descarga son tal vez las piezas más vitales de un compresor en relación al trabajo eficiente del compresor.

La forma más común de la válvula usada en el diseño de compresores modernos es el tipo checo de placas. La válvula se abre o cierra bajo una diferencia en la presión de aire en él y se cierra bajo un ligero accionamiento por resorte. Las piezas movibles son livianas y necesitan un recorrido comparativamente corto.

El área cubierta por la válvula es relativamente grande y, por lo tanto, responde a diferenciales de presión muy leves, abriendo y cerrando rápidamente.

Las velocidades del aire a través de ella son relativamente bajas y es por estos motivos que la eficiencia de la válvula es buena. Es generalmente fácil de fijar y mantener.

Se emplean placas de varias formas incluyendo:

- Discos o rectángulos ranurados.
- Anillos concéntricos.
- Láminas paralelas.

Las válvulas de succión y entrega utilizan el mismo principio de diseño, con un número de piezas en común. Esto reduce la cantidad de repuestos necesarios. En algunos compresores antiguos, se incluyen válvulas de resorte.

### **Mantenimiento de los sistemas neumáticos**

Un sistema neumático es fácil de mantener. Sin embargo, como cualquier otro mecanismo, debe ser operado y mantenido adecuadamente.

Se puede dañar el sistema neumático por velocidades y presiones excesivas, por contaminación de fluidos y por temperaturas de funcionamiento altas. El mantenimiento regular reducirá las averías del sistema o sus componentes.

Con el uso de un programa de mantenimiento frecuente (llamado Mantenimiento Preventivo) para cuidar el sistema y sus subsistemas, se puede eliminar los problemas comunes. Estos problemas se pueden corregir antes de que ocurra alguna avería.

La siguiente lista muestra los principales problemas de mantenimiento a un sistema neumático:

- Aire contaminado con agua.
- Filtraciones.
- Configuraciones de presión incorrecta.
- Configuraciones del lubricador incorrectas dando como resultado válvulas atascadas.
- Temperatura elevada del aire.
- Líneas de suministro sueltas.
- Sellos defectuosos.

### **Limpieza**

La limpieza es de suprema importancia cuando se trata de dar mantenimiento a los sistemas neumáticos. Se debe mantener la suciedad, polvo y otros contaminantes fuera del sistema y componentes. Las partículas pequeñas pueden dañar las válvulas, atrapar componentes y obstruir orificios, causando trabajos de reparación caros.

Se puede mantener limpio un sistema neumático durante el siguiente mantenimiento:

- Manteniendo limpios todos los aceites de lubricación.
- Manteniendo limpias las piezas del sistema y subsistemas.
- Manteniendo el área de trabajo, herramientas y equipamiento de reparaciones limpios y teniendo cuidado al momento de cambiar o agregar aceite.

### Detección de fallas

Como las válvulas del compresor son los componentes con mayor carga de trabajo, son las primeras en sufrir por la supervisión y mantenimiento inadecuado de los compresores. La presión registrada en el indicador de presión del inter-cooler puede ayudarle a localizar una válvula defectuosa.

Las válvulas defectuosas pueden ser ubicadas como se indica en la tabla de abajo:

Síntoma	Causa posible
Presión del Inter-cooler por sobre lo normal	Una de las válvulas de alta presión (HP) del cilindro está defectuosa
Presión del Inter-cooler por debajo de lo normal	Una de las válvulas de baja presión (LP) del cilindro está defectuosa

## 5.3. Nociones de electricidad industrial

### Introducción

Los sistemas de alimentación eléctrica para las faenas productivas mineras son de altas tensiones, las cuales deben ser aseguradas y manipuladas bajo la normativa del reglamento



eléctrico nacional que estipula las fuentes de distribución bajo ciertas características y normas, las competencias del personal capacitado e instruido, las normativas del personal que manipula y los equipamientos dieléctricos que debe usar la persona que interviene fuentes de energía de esta magnitud. (Ver figura 44)



**Figura 44**

Sistema de distribución por medio de torres de alta tensión del sistema interconectado central del país. (Ver figura 45)



**Figura 45**

Las salas eléctricas se caracterizan por ser algunas móviles que se desplazan a medida que va creciendo el yacimiento minero, y otras que son fijas para cuando el yacimiento está en pleno funcionamiento. Estas deben ser construidas bajo la normativa legal vigente de sistemas de conexión a tierra, hermética, refrigerada y con sistemas de detección de humo e incendio con activación automática y/o activación manual. (Ver figura 46)



**Figura 46**

Salas de monitoreo del sistema eléctrico de la mina.

En estas salas se monitorea todo el sistema de alimentación y distribución de energía para la mina, manteniendo los flujos de voltajes y tenciones bajo vigilancia, teniendo todo el control del proceso minero en consumos por los distintos procesos del yacimiento, además en este panel se establecen los códigos de alertas por incendios en el sistema de iluminación y energía de la mina. (Ver figuras 47 y 48).



**Figura 47**




**Figura 48**

Puerta de color azul – amarillo son puertas que indican sub-estaciones eléctricas donde solo ingresa personal autorizado con equipamiento dieléctrico y estas deben permanecer siempre con candados de bloqueos y cerradas(ver figura 49)


### Principales normas de seguridad para trabajar con energía eléctrica

Siempre tenga en cuenta que ningún operario deberá trabajar en un circuito vivo hasta tanto reciba las instrucciones apropiadas, ni efectuar reparaciones, alteraciones o inspecciones que requieran la manipulación de un circuito vivo.


**Las cinco reglas de oro**




Corte efectivo de todas las fuentes de tensión




Bloqueo o enclavamiento de los aparatos de corte



Detectar ausencia de tensión



Poner a tierra y en cortocircuito



Señalizar la zona de trabajo

**Figura 49**



**Figura50**

Cajas de conexión eléctrica para suministrar energía a equipos de perforación JUMBOS, estas son portables y desplazables acorde los avances que va teniendo el equipo dentro del proceso de desarrollo de labores. (Ver figura 50)



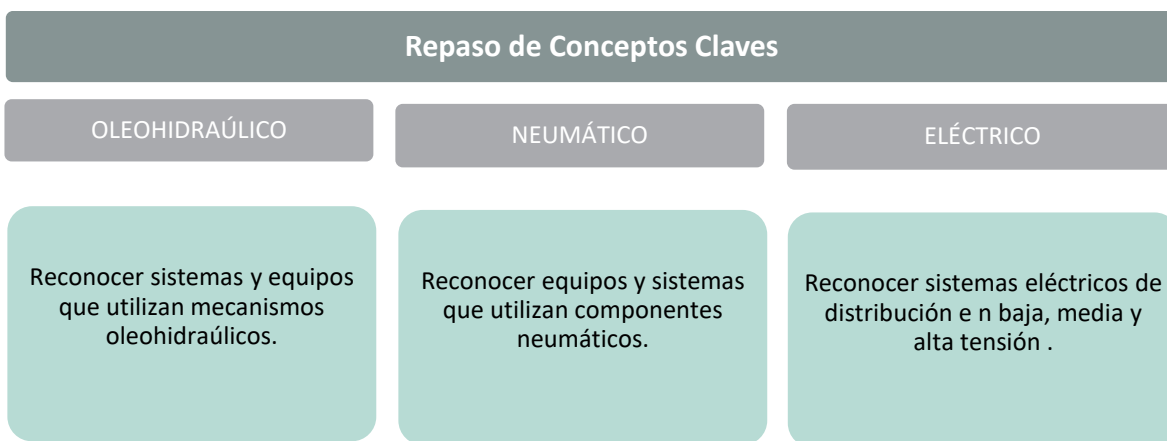
**Figura51**

Marcadores de voltaje y amperes de sistema de distribución eléctricos que existen en las salas de control. Estos instrumentos deben ser manejados por el personal calificado y autorizado en saber interpretar las cifras como medidas de control en los sistemas de las salas. (Ver figura 51)



**Figura 52**

Cables conductores de alta tensión que deben estar aislados y separados de los procesos en donde no puedan ser pasados a llevar por la maquinaria ni intervenidos por personal ajeno al área eléctrica. (Ver figura 52)





## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Comprensión de la utilidad y funcionamiento general de sistema oleohidráulico, neumático y eléctrico.

- **Estrategia Metodológica.**

Reconocer en que etapas del proceso se utilizan equipos Oleo hidráulicos, neumáticos y sistemas eléctricos. Sus cualidades virtudes y desventajas Dentro del proceso productivo.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo:

Reconocer los mecanismos, accionamientos, maquinarias sistemas dentro del proceso productivo e identificar las cualidades y desventajas de fuerzas.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- EPP.
- Imágenes de sistemas operativos ya sean Hidráulicos, neumáticos, eléctricos.



**3. Descripción de la Actividad:** Identificar, los equipos y sus sistemas de accionamientos, las funciones que cumplen dentro del proceso productivo.



Etapa	Especificaciones
Inicio	El participante reconocer los mecanismos de accionamiento y sus potenciales acorde a las funciones dentro del proceso.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Reconocer los equipos que utilizan sistemas Neumáticos, Oleohidráulicos, eléctricos dentro del proceso.</li> <li>El instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas</li> <li>Responder ante dudas de equipos y sus potenciales.</li> <li>Registran los resultados en formato definido para ese efecto.</li> <li>Identifican instalaciones y funciones dentro del proceso.</li> <li>Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.).</li> <li>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.</li> <li>Término de la actividad.</li> </ol>



	i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas oleohidráulicos.
- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas neumáticos.
- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas eléctricos y la distribución energética del yacimiento.



## 6. Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.

**Aprendizaje esperado:** Identificar acciones de tipo personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.



### Introducción

Toda persona que ingrese a mina subterránea debe tener nociones de primeros auxilios, saber utilizar extintores manuales y sistema centralizado contra incendio, además saber reconocer las características del macizo rocoso en el comportamiento cuando se producen sobreesfuerzos y desprendimientos que puedan originar derrumbes de labores en las zonas productivas. Por lo tanto, es obligación del empleador o dueño de la faena minera instruir y dar a conocer los riesgos inherentes a las labores subterráneas, teniendo como alternativa de respaldo vías de evacuaciones habilitadas despejadas y demarcadas a lo menos dos con destino en superficie y para aquellas zonas donde no se pueda acceder a superficies, refugios fijos y refugios móviles en los que deben estar instruidos todo el personal perteneciente a mina subterránea.

### 6.1. Refugio móvil

Refugio móvil adaptado para desplazarlo a medida que se va desarrollando la mina, tiene capacidad para veinte personas y están acondicionados para tener una estadía de cuarenta y ocho horas como mínimo estando el sistema presurizado y cerrado por emergencia. El personal que ingrese a esta unidad de refugio, debe estar entrenado y capacitado para su funcionamiento, existen

en su interior manuales e instructivos del paso a paso de cómo se hace funcionar cada uno de sus componentes, consta además con comunicación telefónica y radial con toda la red de la mina.(ver figura 53)



Figura53

## 6.2. Refugio fijo

Los refugios fijos, por lo general, se ubican en los barrios cívicos o en las zonas de oficinas del yacimiento de minero subterráneo, cautelando que esta zona es mucho más protegida que las frentes de producción o de desarrollo, estos sistemas deben estar en forma constante bajo supervisión e inspección para que estén en óptimas condiciones en caso de ser requerido para su utilización, es deber de todo el personal cuidarlos y revisarlos periódicamente. (Ver figura 54)



figura 54

### 6.3. Vías de escape

Las vías de escape también deben estar sujetas a revisiones periódicas, manteniéndolas expeditas para ser utilizadas en caso de emergencia y de requerir evacuar el personal de forma rápida a superficie, a lo menos deben existir dos vías de escapes separadas distantes una de otra con salida a superficie.

El personal debe estar instruido en el uso y aplicación de extintores manuales y sistema centralizados de los equipos con el objetivo de contener todo inicio o amago de incendio, de lo contrario debe saber aplicar situación de emergencia alertando los mecanismos de aviso y aplicar evacuación de la mina.

En caso de existir derrumbe producto de inestabilidad del yacimiento o por eventual terremoto, el personal debe acudir a las zonas de seguridad en refugios, ya sean móviles o fijos, o evacuar por las vías a superficie.

## Conceptos Claves

REFUGIO FIJO

REFUGIOS MÓVILES

EVACUACIÓN POR INCENDIO Y  
DERRUMBE

Características de los refugios  
fijos.

Características de los refugios  
móviles.

Identificar vías de evacuaciones  
y señaléticas respectivas.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.

- **Estrategia Metodológica**  
El participante debe aprender a identificar condiciones y situaciones de emergencias por incendio, derrumbes, y accidentes. En actuación del personal.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

**1. Objetivo: Identificar** códigos, procedimientos de emergencias por incendio, derrumbe o accidentes y las medidas de salvaguardar la integridad de las personas con refugios fijos y móviles.

**2. Materiales y recursos**

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- EPP.
- Procedimientos de emergencias y códigos.



### 3 Descripción de la Actividad:

El participante reconocerá las medidas preventivas y procedimientos de emergencias por incendio derrumbe y accidentes

Etapa	Especificaciones
Inicio	El participante aprenderá a identificar códigos y actuar en emergencias por accidentes, derrumbes e Incendios.
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El alumno identificará las cualidades y formas de utilización y capacidades de refugios móviles y fijos además cómo debe actuar en caso de emergencias.</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas.</li> <li>El instructor realiza demostración de pestañeos de emergencias y formas que debe actuar el personal.</li> <li>Reconocer vías de escapes y sus señaléticas.</li> <li>Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con instrumentos de evaluación.</li> <li>Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.</li> <li>h. Término de la actividad.</li> <li>i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</li> </ul>
Duración de la actividad	60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

- Identificar códigos de pestañeo.
- Actuar en condiciones de emergencia. Por incendio, derrumbe, Accidentes.
- Evaluación de comportamientos (autoanálisis)

## SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE