



## PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Participante

### GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y EQUIPOS DE TRABAJO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum **FCH**  
FUNDAÇÃO CHILE



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

A large, light gray geometric pattern made of triangles, with some triangles in light blue, green, and brown, located in the top right corner of the page.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, en el marco del Proyecto Eleva, iniciativa pública-privada que busca impulsar la minería del futuro, elevando las capacidades y oportunidades de las personas, a través de una formación técnico profesional pertinente y de calidad que responda a las necesidades de la industria. Esta iniciativa cuenta con el apoyo del Ministerio de Economía, Ministerio de Educación, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, CORFO, Consejo de Competencias Mineras (CCM) y la coordinación de Fundación Chile.

Este material está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

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

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.**

**QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.**

## Contenido

Descripción del cuaderno de actividades.....	6
MÓDULO: INTRODUCCION A LA CADENA DE VALOR DE LA MINERIA Y SUS PROCESOS.....	8
1. Creacion del valor al trabajo.....	8
2. Desarrollo sustentable del negocio minero.....	15
3. Planificacion del negocio minero.....	19
4. Descripción del proceso mina.....	27
5. Descripción del proceso de concentración de minerales.....	34
6. Descripción del proceso hidrometalurgico.....	41
7. Descripcion del proceso pirometalurgico.....	52
8. Procesos productivos en una planta de procesamiento de mineral de cobre.....	66
9. Negocio minero como organización económica.....	73
MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA COORDINACION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	80
10. Plan de mantenimiento anual.....	80
11. Plan de producción de operaciones.....	84
12. Matriz de riesgo de Mantenimiento.....	85
13. Programa de recursos compartidos.....	89
MÓDULO: COORDINAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	93
14. Plan de mantenimiento anual.....	93
15. Matriz de riesgo de Mantenimiento.....	98
16. Revisión de un plan de recursos compartidos, para verificar disponibilidad de equipos móviles.....	103

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	109
17. Reunión de pre programación.....	109
18. Herramientas ofimáticas .....	114
19. Matriz de competencias.....	117
20. Matriz de riesgo de mantenimiento.....	121
MÓDULO: PROGRAMAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	127
21. Reunión de pre programación.....	127
22. Metodología de desarrollo de informes técnicos.....	132
23. Matriz de competencias y listado de equipos críticos.....	136
Fuentes referenciales.....	140

## Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del programa **Gestión de Mantenimiento y Equipos de Trabajo Eléctrico-Instrumentista** se proponen un conjunto sistemático de actividades reflexivas, formativas y prácticas, basadas en competencias, que el participante deberá resolver.

El cuaderno de actividades es el documento que se utilizará para ir realizando estos ejercicios y actividades y tiene como finalidad apoyar el proceso de aprendizaje. Permitirá además, preparar al participante para la evaluación final, ya que contribuirá a reafirmar sus avances y solucionar las dificultades que puedan surgir a lo largo del programa.

El cuaderno constituye también un valioso registro del trabajo y la puesta en práctica realizada por el participante y para esto, cuenta con un espacio al final de cada actividad, para que el instructor consigne esto a través de su firma y alguna observación.

Una vez completado el cuaderno, pasa a constituirse en un portafolio de evidencias, que permitirá al participante evidenciar los logros alcanzados a lo largo del programa y demostrar lo que ha sido capaz de realizar.



**MÓDULO:**  
**INTRODUCCIÓN A LA CADENA DE VALOR  
DE LA MINERÍA DEL COBRE Y SUS  
PROCESOS**



## MÓDULO: INTRODUCCION A LA CADENA DE VALOR DE LA MINERIA Y SUS PROCESOS

### 1. Creacion del valor al trabajo

**Aprendizaje esperado:** Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio de la minería del cobre, según estándares de la organización.

#### Conceptos Claves

##### VALOR

Es la cantidad que los clientes están dispuestos a pagar por lo que una empresa les proporciona. El valor se mide según el ingreso total.

##### CADENA DE VALOR

Es la herramienta básica sistemática para examinar todas las actividades que se realizan en un proceso minero y la forma de interactuar entre sí las diferentes operaciones unitarias, diferentes por sus costos, lo que permite mejorar las ventajas competitivas entre ellas.

##### MODELO DE VALOR

Es la combinación de cosas y experiencias que crean en el cliente una percepción del valor total recibido por la empresa.

#### Resumen de contenidos:

##### Valor

En términos competitivos, el valor es la cantidad que los clientes están dispuestos a pagar por lo que una empresa les proporciona.

El valor se mide según el ingreso total, es un reflejo del producto en cuanto al precio y de las unidades que se pueden vender de este. Una empresa es lucrativa si el valor que impone excede a los costos implicados en crear el producto.



El valor es la percepción que tiene el cliente de lo recibido, que hace que le produzca o no satisfacción, es evidente que no todo lo que agrega costo agrega valor. En consecuencia, ningún cliente aceptará a conciencia, pagar por nuestra ineficiencia.

Detectar lo que tiene valor para el cliente, se convierte en una búsqueda de oportunidades competitivas para el desarrollo de la empresa.

### **La cadena de valor**

La cadena de valor es la herramienta básica sistemática para examinar todas las actividades que se realizan en un proceso minero y la forma de interactuar entre sí las diferentes operaciones unitarias, diferentes por sus costos, lo que permite mejorar las ventajas competitivas entre ellas, lo que no se podría entender si se examina el proceso minero en conjunto.

El valor del negocio es una cadena que muestra el valor total, pues considera a las principales actividades de una empresa como los eslabones de una cadena de actividades (las cuales forman un proceso básicamente compuesto por el diseño, producción, promoción, venta y distribución del producto), las cuales van añadiendo valor al producto a medida que éste pasa por cada una de éstas.

Las actividades de valor son las actividades físicas y tecnológicas que se desempeñan en una empresa. Estos son los cimientos por medio de los cuales una empresa crea un producto valioso para sus clientes.

Michael Porter introduce el concepto de cadena de valor en 1933, definiendo la cadena de valor en 9 categorías genéricas, y establece que el ingreso de una empresa minera típica es aquel que resulta de “su cadena de valor”. La cadena de valor de Porter estaría definida de la siguiente manera (figura 1):



**Figura 1. Esquema de los componentes de la cadena del valor del negocio minero**

Margen en la cadena de valor del negocio, es el incremento intangible de valor experimentado al percibir atributos nuevos en el producto, en la organización, por último, en las personas que nos atienden.

El Margen de una empresa minera está limitado por el valor de sus productos minerales, que son función de los precios internacionales de los metales, y por los costos de sus actividades primarias y actividades de apoyo.

Las actividades de la cadena en las que se debe de enfocar con prioridad la empresa minera hoy son:

Desarrollo de tecnología

Operaciones, y

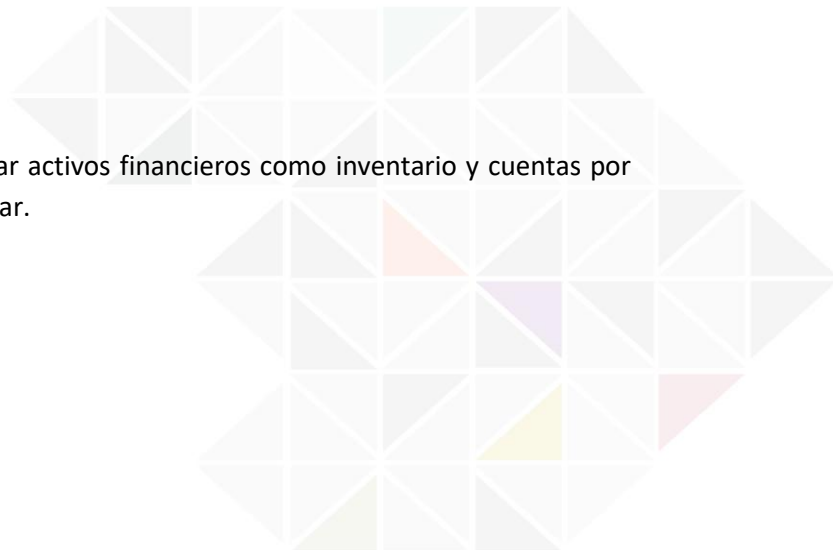
Logística externa.

También se puede lograr crear valor revisando el detalle de las Ventas, Infraestructura Empresarial y la Administración de Recursos Humanos.

Margen es lo que experimentaría nuestro cliente del camión cuando vea que nuestra “manera de vender” es distinta a la competencia. Margen es el agradecimiento a la Coca-Cola por haber puesto a su disposición su bebida preferida, sin azúcar, y que usted creía perdida para siempre por su condición de diabético. A eso se refiere el Margen en la cadena de valor.

Cada actividad de valor emplea insumos, recursos humanos (mano de obra y administración), y algún tipo de *tecnología* para desempeñar su función. Cada actividad de valor también crea y usa la información, como los datos del cliente (orden de entrada), parámetros de desempeño (pruebas), y estadísticas de fallas del producto.

Las actividades de valor también pueden crear activos financieros como inventario y cuentas por cobrar, o compromisos como cuentas por pagar.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las actividades y componentes de la cadena de valor típica en una empresa minera (según Porter), definiendo además los lazos que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor entre la organización y los demás actores.

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

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

### 1. Objetivo

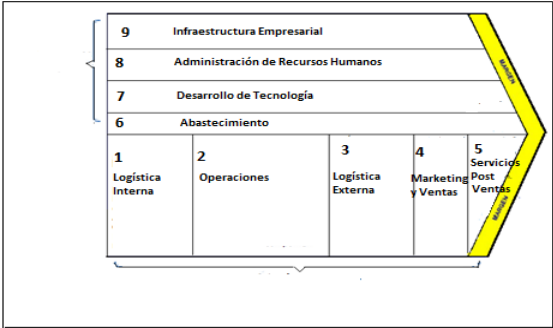
- Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio, relacionando los elementos de valor del negocio en la minería.
- Definir los lazos que unen las diferentes que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa

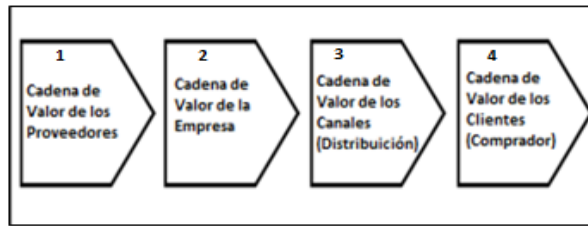


### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones																				
Inicio	Los participantes recibirán instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar con el instructor.																				
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="548 493 1274 567">El participante deberá identificar cuáles son Actividades Primarias y cuáles son Actividades de Apoyo</p> <div data-bbox="552 609 1101 934">  </div> <p data-bbox="548 940 1274 1014">El participante deberá definir las actividades primarias y de apoyo en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="552 1018 1312 1795"> <thead> <tr> <th data-bbox="552 1018 808 1144">Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor</th> <th data-bbox="808 1018 1312 1144">Definición de la Actividad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad																				
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					



El alumno deberá definir los sistemas de valor de la cadena de valor del negocio en la tabla siguiente:



El participante deberá definir los sistemas de valor de la cadena de valor del negocio en la siguiente tabla:

Nombre de la cadena de valor del sistema de valor.	Definición de cada sistema de valor
<b>1</b>	
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>4</b>	

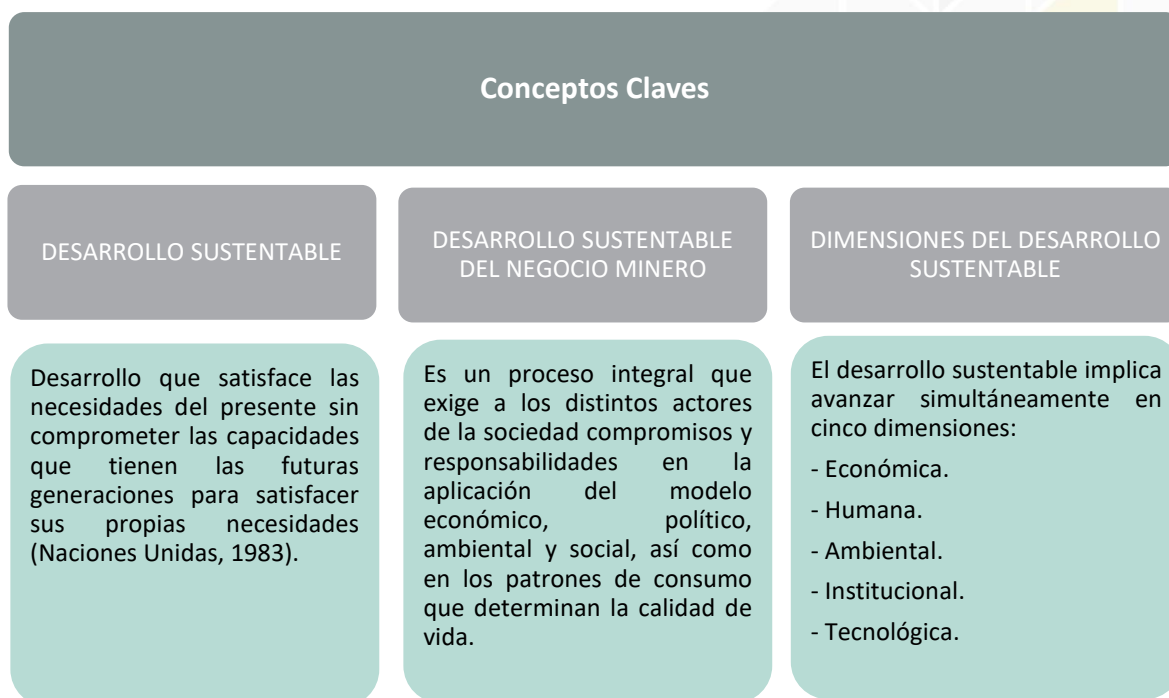
Duración de la actividad 60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando la importancia de entender las actividades que se enlazan formando cadenas de valor del negocio y donde se enlazan los valores de la empresa con los valores de las actividades genéricas propuestas por Porter.

## 2. Desarrollo sustentable del negocio minero.

**Aprendizaje esperado:** Identificar conceptos y metas del desarrollo sustentable en la minería del cobre, según estándares.



### Resumen de contenidos:

El desarrollo sustentable es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Para competir en mercados nacionales y extranjeros el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad en sus operaciones, relaciones con los trabajadores y la comunidad.

### Conceptos y metas del desarrollo sustentable

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definieron el desarrollo sustentable como el "*desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades*". En Chile se utiliza la palabra "sustentable" como un anglicismo de la palabra

"sustainable", referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. Por esta razón, también muchos autores y publicaciones extranjeras hablan de "sostenible".

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos, basado en el crecimiento económico, a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en desmedro de otro. Es lo que algunos académicos y autoridades han comenzado a llamar el *"círculo virtuoso del desarrollo sustentable"*, basándose en casos donde se han logrado superar los antagonismos entre crecimiento económico, equidad social y conservación ambiental, reforzándose mutuamente y con resultados satisfactorios para todas las partes involucradas (es decir, relación ganar - ganar).

### **Dimensiones del desarrollo sustentable**

El desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: económica, humana, ambiental, institucional y tecnológica. Las características de este proceso serán diferentes dependiendo de la situación específica en que se encuentre un determinado país, región o localidad.

- Dimensión económica
- Dimensión humana
- Dimensión ambiental
- Dimensión institucional
- Dimensión tecnológica



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición del desarrollo sustentable y definir las dimensiones del desarrollo sustentable.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar y comprender el desarrollo sustentable definido por la comisión mundial para el medio ambiente y el desarrollo, establecido por las Naciones Unidas en 1983.
- Identificar las dimensiones del desarrollo sustentable. Según definición de la ONU.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

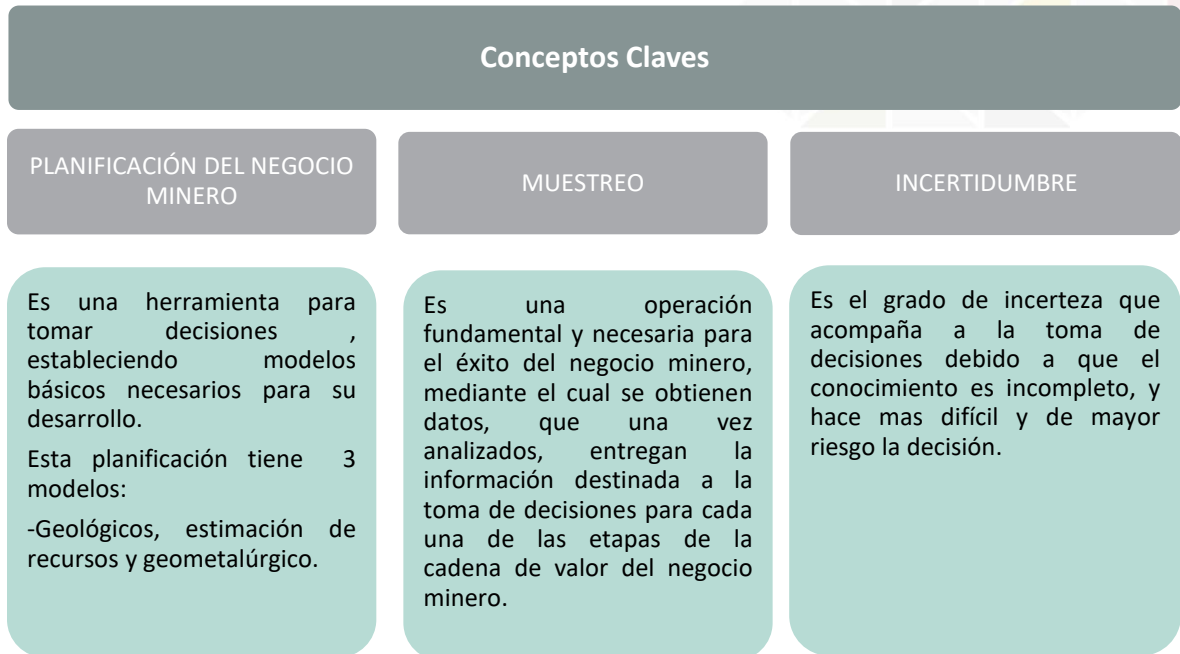
Etapa	Especificaciones														
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.														
Desarrollo de la actividad	<p>El alumno deberá definir Desarrollo Sustentable en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <tr> <td><b>Definición de Desarrollo Sustentable</b></td><td></td></tr> </table> <p>El participante deberá definir las dimensiones del desarrollo sustentable en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <tr> <th>Nombre de la dimensión</th><th>Definición de la dimensión</th></tr> <tr> <td><b>1</b></td><td></td></tr> <tr> <td><b>2</b></td><td></td></tr> <tr> <td><b>3</b></td><td></td></tr> <tr> <td><b>4</b></td><td></td></tr> <tr> <td><b>5</b></td><td></td></tr> </table>	<b>Definición de Desarrollo Sustentable</b>		Nombre de la dimensión	Definición de la dimensión	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	
<b>Definición de Desarrollo Sustentable</b>															
Nombre de la dimensión	Definición de la dimensión														
<b>1</b>															
<b>2</b>															
<b>3</b>															
<b>4</b>															
<b>5</b>															
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, explicando además la importancia de entender que las industrias para competir en mercados nacionales y extranjeros, el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad de sus operaciones, mejorando las relaciones con los trabajadores y comunidad.

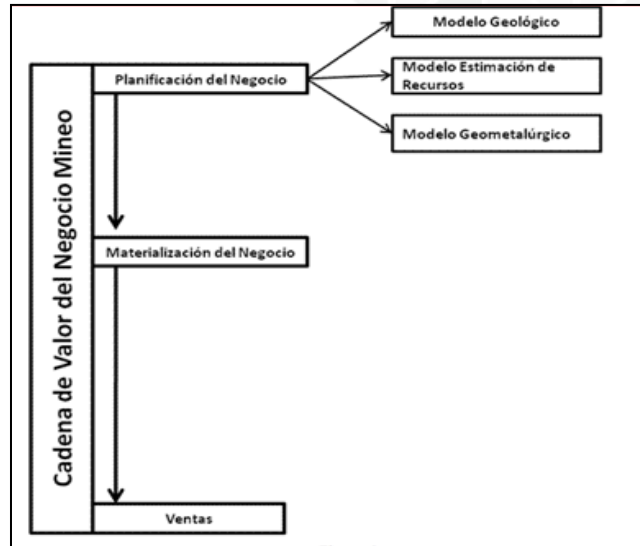
### 3. Planificación del negocio minero

**Aprendizaje esperado:** Relacionar los elementos del valor del negocio en la minería del cobre, según estándares.



#### Resumen de contenidos:

La Planificación del Negocio Minero es una herramienta para tomar decisiones y es necesario establecer los modelos básicos necesarios para su desarrollo. Sin embargo, debido al grado de complejidad en la planificación del negocio minero, muchas decisiones se toman en escenarios de gran incertidumbre. La misión de los geólogos es determinar dónde está el depósito de mineral y cuáles son sus características. El trabajo de los ingenieros es cómo llegar al depósito y como extraer el mineral. Errores en las características del depósito o en su ubicación tiene impacto en el trabajo de los ingenieros. Los dos trabajos son diferentes pero complementarios y debe existir un flujo de información entre ellos para obtener el resultado deseado y evitar tensiones. Un modelo que normalmente se aplican en la Planificación del Negocio Minero es la que muestra la figura 2:



**Figura 2. Planificación del negocio minero**

El modelo Geológico sirve de punto de partida para la realización de la planificación minera y de los planos de producción. Sirve para determinar dónde y cómo realizar la extracción y se puede representar la distribución espacial de los minerales, accidentes tectónicos, geomorfológicas, etc.

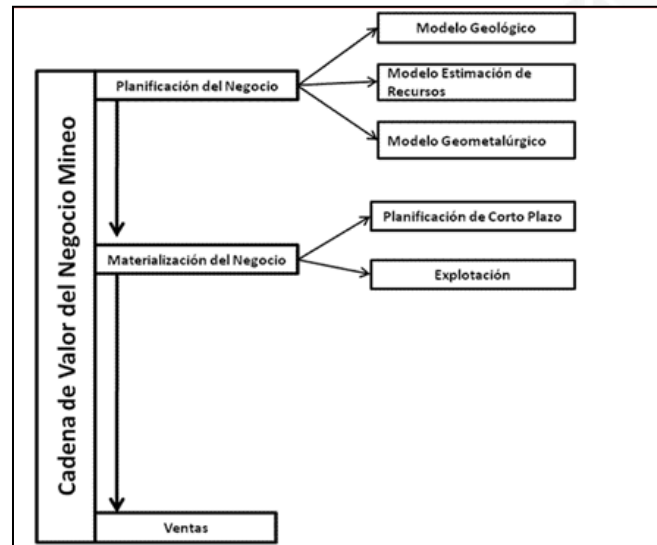
El modelo Estimación de Recursos Mineros tiene por objeto obtener una estimación sin sesgo en volúmenes, leyes, tonelajes y cantidad de mineral o metal. La estimación de los recursos mineros es dependiente de la calidad de los datos, de la calidad del modelo geológico y está limitada por el número de muestras disponibles.

El modelo Geo metalúrgico es básico para el diseño de plantas metalúrgicas. Las empresas mineras requieren realizar pruebas metalúrgicas como complemento de la caracterización de los yacimientos realizada por los dos modelos anteriores, los cuales por si solos, no garantizan el éxito del negocio. Se requiere de un desarrollo con una adecuada planificación geo metalúrgica que minimice la incertidumbre y los riesgos.

Por medio de pruebas metalúrgicas se debe definir, entre otras, la mineralogía, fracturación, tamaño máximo de alimentación a la planta y rendimiento a la disolución con solventes, etc.

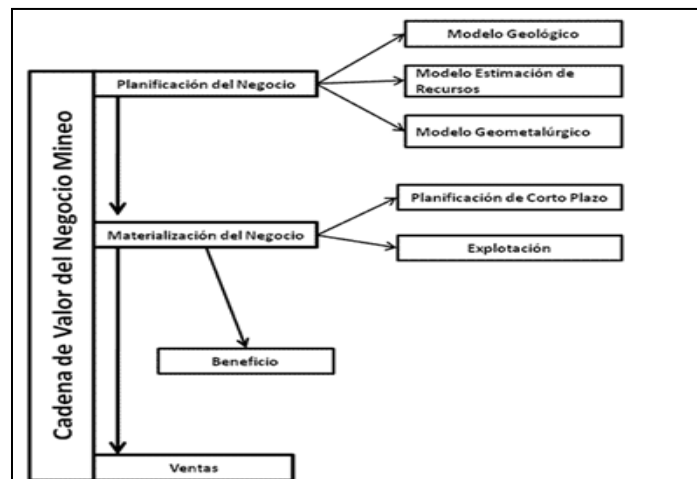
### **Materialización del negocio**

En la etapa de Materialización del Negocio se desarrolla la planificación de corto plazo y la explotación de la mina. El flujo de información entre geólogos e ingenieros es fundamental para el éxito del negocio y se da en cada una de las etapas de la planificación (figura 3).



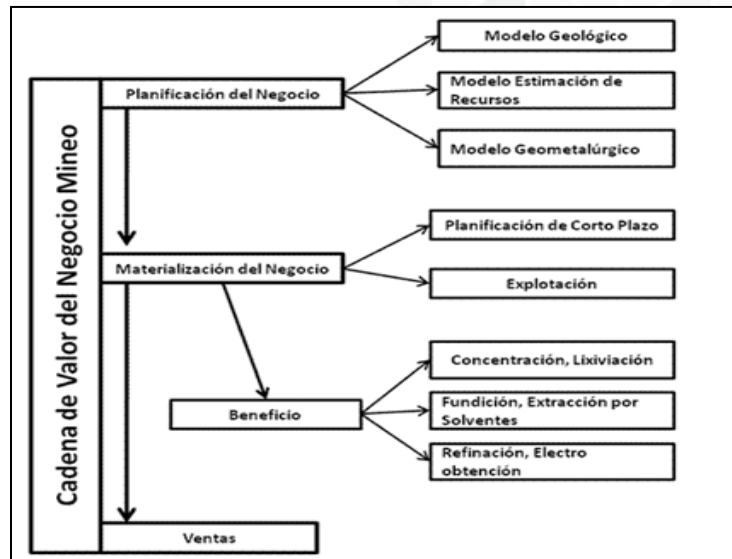
**Figura 3. Materialización del negocio**

La materialización del negocio continúa a través del Beneficio del mineral, (figura 4):



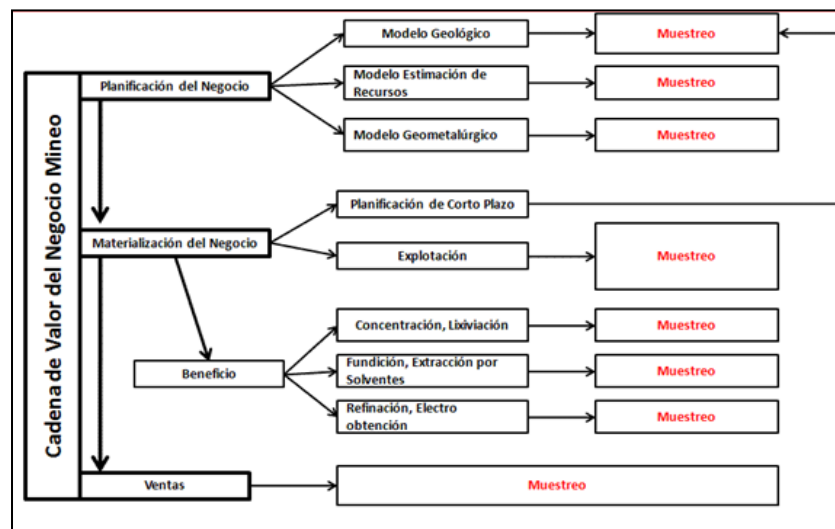
**Figura 4. Beneficio del mineral**

Cuando se pasa de la etapa de desarrollo de la operación minera a la etapa de producción del mineral aparece el problema de control de la calidad del mineral a extraer de la mina, la cual debe mantenerse con la menor variabilidad posible a través del tiempo y en todos los turnos operacionales. La variabilidad influye directamente en el beneficio del mineral. Para lograr la mayor recuperación posible del mineral de interés y la eliminación de elementos indeseables es necesario mantener una constancia en su calidad a través de las etapas de Concentración, Fundición y Refinación (figura 5).



**Figura 5. Etapas del beneficio de mineral**

El control de la variabilidad de la calidad del mineral y el control de la variabilidad de los procesos es fundamental para lograr la mejor recuperación posible y lograr el éxito del negocio (figura 6).

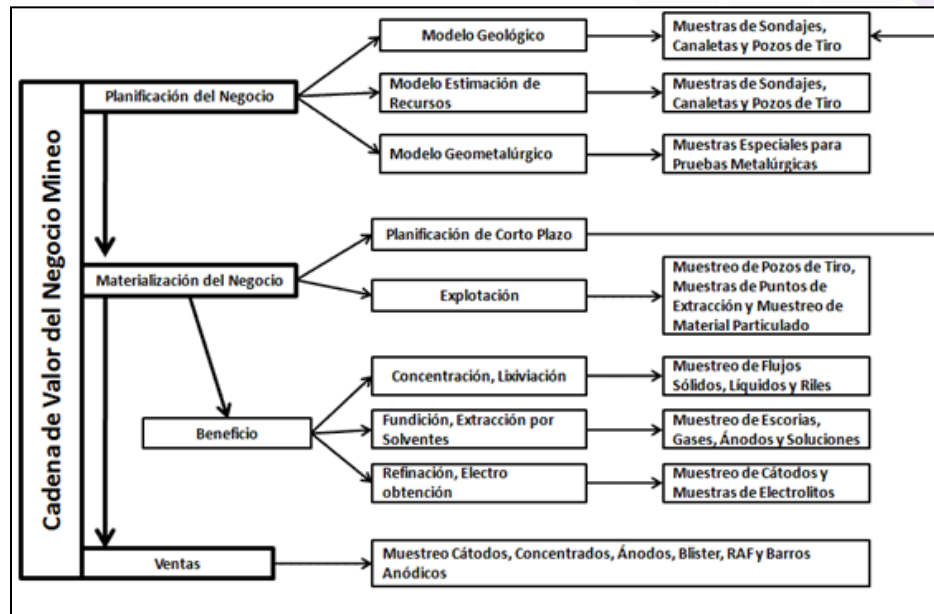


**Figura 6. Éxito del negocio minero**

El muestreo es una operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero. A través del muestreo se obtienen los datos, que una vez analizados, entregan la información necesaria destinada a la toma de decisiones para cada una de las etapas de la cadena de Valor del Negocio minero. Debido a la magnitud de los recursos e inversión involucrada en la toma de decisiones, el muestreo es indispensable para disminuir la incertidumbre y facilitar las decisiones que aseguren un buen manejo de los recursos implicados.

## Ventas

En la figura 7 se aprecian los muestreos correspondientes a la venta de los productos finales.



**Figura 7. Venta de productos finales**

Los cátodos de cobre, concentrados, ánodos de cobre, cobre blister, RAF y barros anódicos son productos finales. Sus muestreos entregan la información en relación a si cumplen o no con las bases establecidas en los contratos con los clientes. Si no cumplen con estas bases pasan a ser productos rechazados o se venden a menor precio. (Por ejemplo, los ánodos rechazados se pueden vender como blister, asumiendo la pérdida respectiva por la diferencia de precio de venta).

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las diferentes etapas que se aplican en un modelo de planificación del negocio minero.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar conceptos de las etapas y sub etapas aplicados en un modelo de planificación del negocio minero, con las herramientas necesarias para completar la cadena de valor del negocio minero.

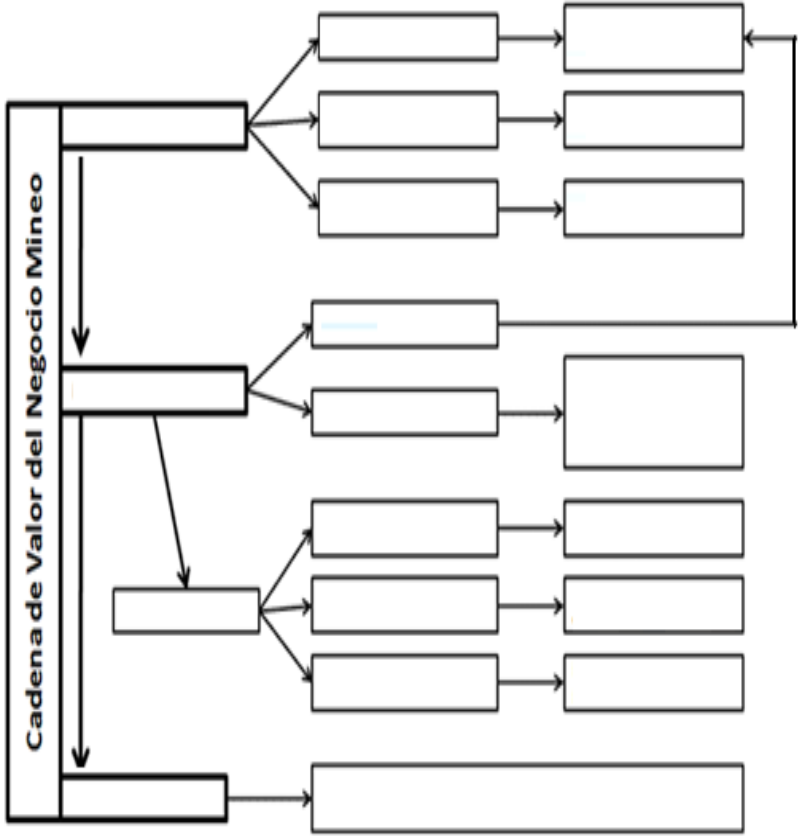
### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:



Etapas	Especificaciones				
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.				
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="548 457 1323 531">El alumno deberá completar el esquema de las etapas de la planificación del negocio minero.</p>  <p data-bbox="548 1413 1291 1486">El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="548 1486 1356 1848"> <thead> <tr> <th data-bbox="548 1486 844 1564"></th><th data-bbox="844 1486 1356 1564">Definición</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="548 1564 844 1848">Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero</td><td data-bbox="844 1564 1356 1848"></td></tr> </tbody> </table>		Definición	Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero	
	Definición				
Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero					



	Defina que entiende por etapa Materialización del Negocio	
	Explique porque es importante la calidad de las muestras obtenidas en cada etapa de la cadena de valor del negocio minero	
Duración de la actividad	90 minutos.	

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia del muestreo en las etapas y subetapas de la planificación del negocio minero de la cadena de valor, para la toma de decisiones correctas.

## 4. Descripción del proceso mina

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### PROCESO MINA

El proceso mina se desarrolla en 4 fases:

1. Perforación.
2. Tronadura.
3. Extracción y carguío.
4. Transporte.

#### OBJETIVO DEL PROCESO MINA

Es extraer la porción mineralizada con cobre y otros elementos desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a la planta de beneficio de mineral, para ser sometido al proceso de obtención de cobre y otros elementos valiosos que lo acompañan.

#### CIERRE DE MINAS

Es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

### Resumen de contenidos:

La extracción del material del proceso mina se realiza siguiendo una secuencia de las siguientes fases:



**Figura 8. Fases del proceso de la mina**

### Fases del proceso mina

- Perforación
- Tronadura
- Extracción y Carguío
- Transporte



### Objetivos del proceso mina

El objetivo del proceso mina es extraer la porción mineralizada con cobre y otros elementos desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a la planta de beneficio de mineral, para ser sometido al proceso de obtención del cobre y otros elementos valiosos que lo acompañan.

Para lograr este objetivo, la roca mineralizada se somete a un proceso de fragmentación de la roca, de manera que pueda ser removida desde la mina, extraer, cargar y transportar para ser procesada en la planta o ser depositada fuera de la mina como material rocoso estéril (sin valor económico).

### Etapas del proceso Minero

Las etapas de la minería del cobre son cuatro, y son las siguientes:



Figura 8. Etapas de la minería del cobre

## **Exploración minera**

La búsqueda y definición de nuevos yacimientos son realizadas por un equipo de profesionales, encabezado por geólogos. Estas consideran las siguientes etapas:

- Exploración básica
- Exploración intermedia
- Exploración avanzada

## **Desarrollo de proyectos mineros**

Una vez ubicado el yacimiento, se hace una serie de estudios para determinar si éste puede ser explotado rentablemente y, si es así se construye una mina.

El desarrollo de un proyecto minero puede tomar entre 3 y 10 años, dependiendo de su ubicación, tamaño y complejidad.

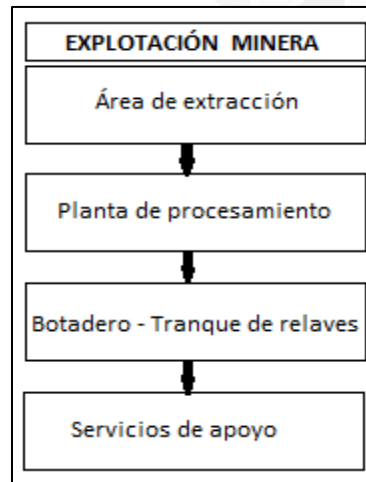
Varios factores entran en consideración, tales como: necesidad y disponibilidad de accesos, energía, agua e infraestructura; los precios internacionales de los minerales; y las normas y procesos que determine el marco legal.

Las fases del desarrollo de un proyecto minero son:

- Planeamiento de mina (estudio de perfil).
- Estudio de pre factibilidad del proyecto.
- Estudios de factibilidad del proyecto (ingeniería básica).
- Implementación del proyecto (ingeniería de detalle, compras de equipos y materiales, construcción).

## **Explotación minera**

Las operaciones mineras pueden ser subterráneas cuando el mineral se encuentra a mucha profundidad, o a rajo abierto si el yacimiento se encuentra cerca de la superficie, es muy grande o está diseminado. Esto implica una serie de instalaciones que se muestran a continuación:



**Figura 9. Instalaciones de un proceso minero**

Las áreas de extracción (socavón o rajo abierto) son los lugares de donde se extrae el material que contiene el mineral. Una vez que el mineral es extraído, pasa por varios procesos para separar la roca que contiene el mineral con valor comercial de la roca sin valor que la rodea (roca estéril). El procesamiento del mineral se realiza en varias etapas (chancado, molienda, concentración, etc.), dependiendo del mineral que se esté minando.

En la etapa de explotación se extrae la porción mineralizada desde el macizo rocoso de la mina y luego enviarla a la planta, en forma eficiente y segura, para ser sometida al proceso de obtención del cobre y otros elementos.

Para ello debe fragmentarse la roca, de manera que pueda ser removida de su posición original y luego cargarla y transportarla para su proceso o depósito fuera de la mina como material suelto a una granulometría manejable.

Los dos tipos de extracción del mineral son los siguientes:

- Extracción de mineral a rajo abierto
- Extracción de mineral en mina subterránea

### **Cierre de minas**

El cierre de minas es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

Aunque ésta sea la última etapa del ciclo minero, su planeamiento debe empezar desde fases muy tempranas del desarrollo de la mina y se hace de manera progresiva durante toda la operación, hasta la última etapa del ciclo minero. Es una etapa muy importante y suele ser uno de los temas más discutidos entre las autoridades, empresas mineras y la ciudadanía.

Debido a la naturaleza de los yacimientos minerales, que son recursos naturales no renovables, todos tienen una vida finita. Mientras que algunos yacimientos son muy grandes y pueden generar 50 años de vida o más a una mina, otros sólo durarán algunos años, pero todos algún día cerrarán por distintas razones, las más comunes son:

- Agotamiento del recurso mineral.
- Bajo precio del metal o materia prima, lo que hace que no sea rentable operar la mina.
- Condiciones naturales adversas, como falta de agua y condiciones geográficas extremas.
- Alto costo de operación.

### **Plan de cierre**

Toda empresa minera deberá tener un plan de cierre de sus faenas o instalaciones mineras, el cual debe ser elaborado en conformidad con la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto minero. Este plan debe contener las medidas y condiciones para lograr el cierre de las instalaciones y faenas de manera ordenada, eficiente y oportuna.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las distintas etapas o secuencias del proceso mina.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas que sigue el proceso mina para alimentar la planta de beneficio de minerales de cobre y la secuencia de cada etapa, operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa





### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones	
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.	
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:	
	Nombre de la Etapa	Definición de la Etapa
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, explicando además la importancia de la secuencia de estas etapas y su importancia para el modelo económico que debe seguir la empresa.

## 5. Descripción del proceso de concentración de minerales.

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.



### Resumen de contenidos:

Las minas de cobre pueden ser de naturaleza sulfurada (sulfuros), o bien no-sulfuradas (óxidos). Estos dos tipos de minerales de cobre siguen, en general, dos vías diferentes de procesamiento. Los minerales de cobre con mena sulfurada siguen un proceso de concentración mediante flotación y como producto se obtiene un concentrado, entre 35 y 45 % de cobre, el cual es llevado a procesos pirometalúrgicos de fusión-conversión. Eventualmente, tanto el mineral sulfurado como el concentrado de cobre pueden ser procesados por métodos hidrometalúrgicos.

### Objetivos de la concentración de minerales

El objetivo del proceso de concentración es liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentra en forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, de manera que pueda continuar a otras etapas del proceso productivo. Generalmente, este proceso se realiza en grandes instalaciones ubicadas en la superficie, formando lo que se conoce como planta concentradora, y que se ubican lo más cerca posible de la mina.

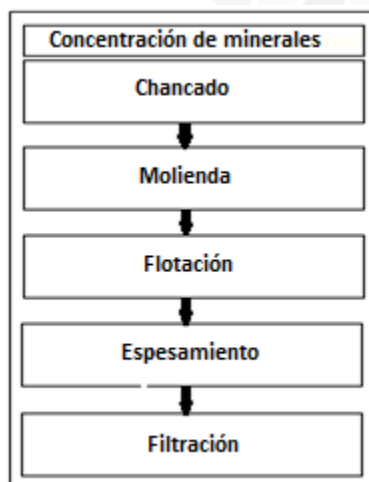


Figura 10. Operaciones unitarias de la concentración de minerales

### Procesos unitarios del proceso de concentración de minerales

- Chancado

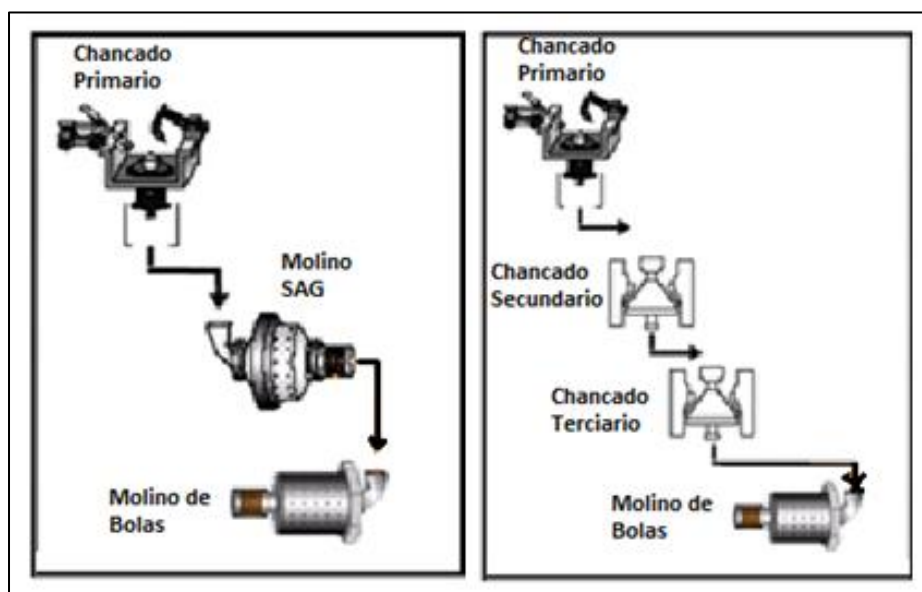
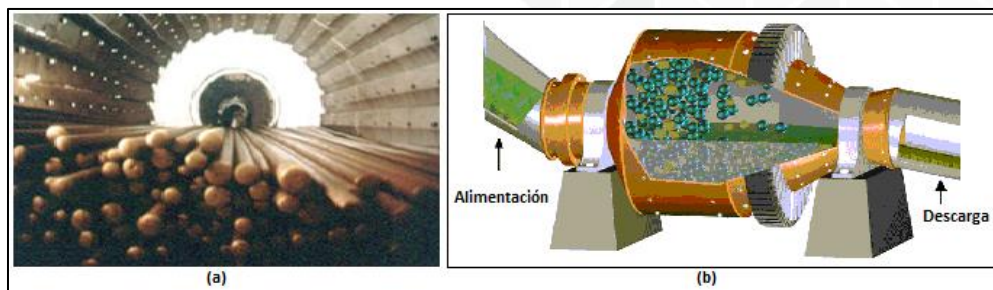


Figura 11. Circuitos de conminución

- Molienda



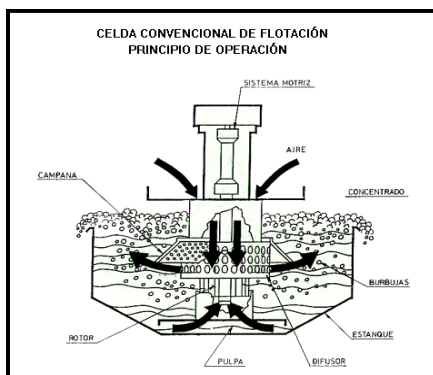
**Figura 11. Molino de barras (a) y Molino de bolas (b)**

Molinos semiautógenos (SAG)



**Figura 12. Molino SAG**

- Flotación**



**Figura 13. Celda de flotación convencional**

## Circuitos de flotación

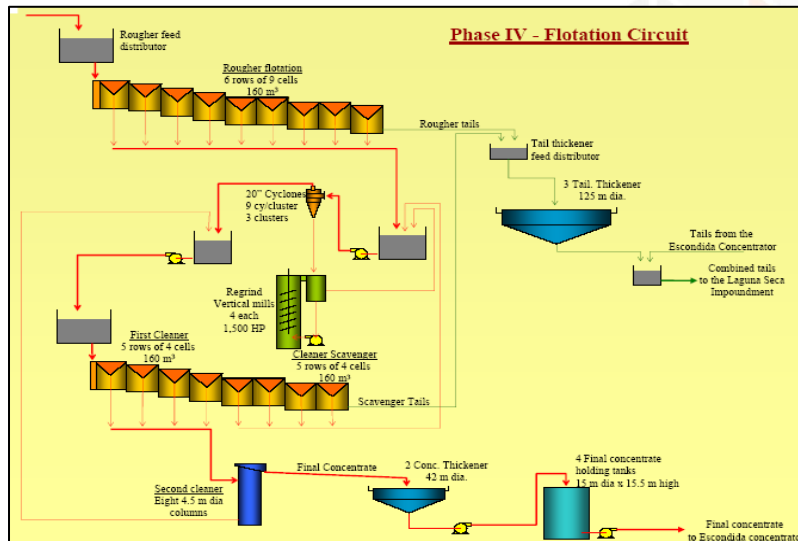


Figura 14. Circuito de flotación, minera Escondida

- **Espesamiento**



Figura 15. Espesador

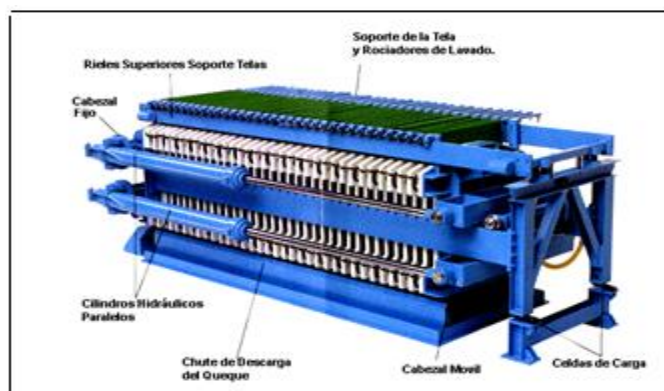
- **Filtración**

Filtros de correa o banda.



**Figura 16. Filtro de banda**

Filtros de presión



**Figura 17. Filtro de presión**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso de concentración de minerales de cobre.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas y secuencia de las distintas operaciones unitarias del proceso de concentración de minerales sulfuros de cobre, operación fundamental para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones												
Inicio	Los participantes recibirán del instructor instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.												
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="545 426 1307 531">El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias de la concentración de minerales en la siguiente tabla:</p> <table data-bbox="545 531 1307 1144"><tr><th data-bbox="545 531 821 762">Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre</th><th data-bbox="821 531 1307 762">Definición de la operación unitaria</th></tr><tr><td data-bbox="545 762 821 846">1</td><td data-bbox="821 762 1307 846"></td></tr><tr><td data-bbox="545 846 821 930">2</td><td data-bbox="821 846 1307 930"></td></tr><tr><td data-bbox="545 930 821 1014">3</td><td data-bbox="821 930 1307 1014"></td></tr><tr><td data-bbox="545 1014 821 1098">4</td><td data-bbox="821 1014 1307 1098"></td></tr><tr><td data-bbox="545 1098 821 1144">5</td><td data-bbox="821 1098 1307 1144"></td></tr></table>	Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre	Definición de la operación unitaria	1		2		3		4		5	
Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre	Definición de la operación unitaria												
1													
2													
3													
4													
5													
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, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.



## 6. Descripción del proceso hidrometalurgico.

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### HIDROMETALURGIA

La hidrometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva y comprende todos los procesos y operaciones unitarias orientados a la obtención de metales y compuestos metálicos y no metálicos, en sistemas acuosos.

#### CHANCADO

Es la operación unitaria de reducción de tamaño (conminución) consistente en la producción de partículas de menor tamaño a partir de trozos mayores, para ello es necesario provocar la fractura o quebrantamiento de las mismas, mediante la aplicación de presiones.

#### OPERACIONES UNITARIAS DEL PROCESO HIDROMETALÚRGICO

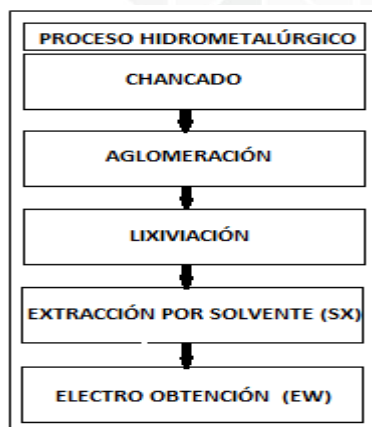
Las etapas u operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico son:

- Chancado.
- Aglomerado.
- Lixiviación.
- Extracción por solvente.
- Electro obtención.

Los cátodos de cobre obtenidos se almacenan en canchas de almacenamiento y despacho de cátodos de cobre.

### Resumen de contenidos:

La hidrometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, y comprende todos los procesos y operaciones unitarias orientados a la obtención de metales o compuestos metálicos y no metálicos, en sistemas acuosos. En los yacimientos de cobre de minerales oxidados, luego de ser extraídos de la mina pasan por una etapa de reducción de tamaño (chancado). Luego el proceso de obtención de cobre continúa con la realización de otras etapas que trabajan como una cadena productiva, totalmente sincronizadas.

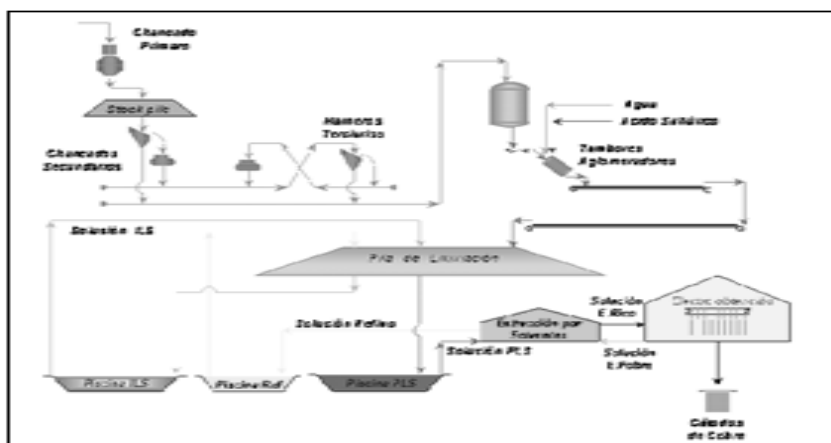


**Figura 18. Etapas del proceso hidrometalúrgico**

## Objetivo del proceso hidrometalúrgico

El proceso unitario fundamental de la hidrometalurgia es la lixiviación. El objetivo del proceso hidrometalúrgico es obtener el cobre de los minerales oxidados y algunos minerales sulfuros secundarios que lo contienen, aplicando una disolución con una solución ácida, generalmente ácido sulfúrico diluido en agua o en una solución de descarte de este proceso (solución de refino proveniente de la atapa de extracción por solvente).

Este proceso se basa en que los minerales oxidados son solubles al contacto con soluciones ácidas y en los minerales sulfurados se realiza una disolución al entrar en contacto con algunas bacterias (lixiviación bacteriana).



**Figura 19. Diagrama de flujo de una planta hidrometalúrgica**

## Operaciones unitarias de la hidrometalurgia

### Chancado

Es la operación unitaria de reducción de tamaño (conminución) consistente en la producción de partículas de menor tamaño a partir de trozos mayores, para ello es necesario provocar la fractura o quebrantamiento de las mismas, mediante la aplicación de presiones.

El objetivo del chancado es preparar al sólido para la posterior extracción de los elementos valiosos contenidos en la mena. Puede llevarse a cabo usando varias etapas de chancado, las que depende de:

- a) Características de la alimentación
- b) Características del mineral
- c) Operación posterior.

Generalmente el chancado es una operación en seco y normalmente se realiza en dos o tres etapas. Los trozos de mena extraídos de la mina pueden ser tan grandes como 1,5 m y éstos son reducidos en la etapa de chancado primaria hasta 10-20 cm en máquinas chancadoras de trabajo pesado.

El producto del chancador primario, con un tamaño inferior a 200 mm, alimenta al chancado secundario que cuenta con harnero secundario de doble parrilla, el sobre tamaño de este harnero alimenta el chancado terciario de cono de cabeza corta, que opera en circuito cerrado con harneros vibratorios de doble parrilla.

El producto del chancado lo constituye el material de tamaño 12-15 mm de los harneros terciarios y secundarios que se transporta mediante correas a los procesos posteriores.

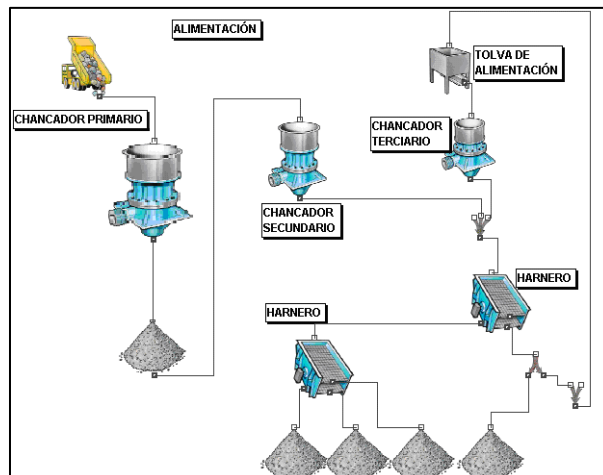


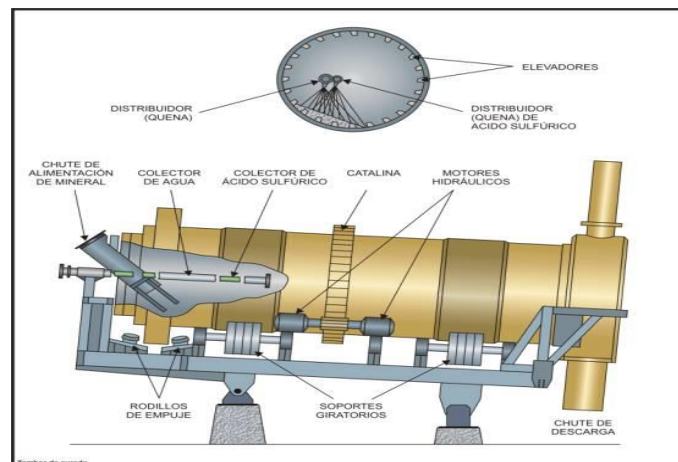
Figura 19. Diagrama de flujo de chancado típico

## Aglomeración

La aglomeración proporciona una activación tanto física como química del mineral chancado, la cual forma aglomerados (racimos de las partículas más finas de mineral unidas a las más gruesas). Este proceso consiste en humedecer el mineral con cantidades medidas de refino, agua fresca y ácido sulfúrico concentrado, y dejar reposar este mineral humedecido (aglomerado) por un corto período de tiempo. La humedad del aglomerado varía en un rango del 7 al 12 %, la dosificación de ácido promedio es de 35 kg/ton. min., la dosificación de agua varía entre 65 y 85 kg / ton mineral y el tiempo de reposo oscila entre 12 y 48 horas.

La producción de mineral aglomerado ayuda a aumentar la permeabilidad del mineral en la pila con el fin de asegurar un buen contacto con el ácido sulfúrico y uniformar el flujo de solución de lixiviación dentro de la pila. Esto mejora la actividad de lixiviación y, de esta manera, incrementa la recuperación de cobre.

La aglomeración se logra en tambores inclinados, de velocidad variable, con revestimiento interior de caucho.



**Figura 20. Tambor aglomerador y sus componentes**

El material chancado es llevado mediante correas transportadoras hacia tambores de aglomeración y curado, cuya finalidad es formar glómeros de material fino con medianos y gruesos producto de una irrigación con una solución de agua y ácido sulfúrico y que además, inicia el camino el proceso de sulfatación del cobre contenido en los minerales oxidados antes que se produzca la lixiviación en la pila. Posteriormente, estos glómeros se transportan por una correa transportadora hacia el lugar donde se formará la pila.

En su destino, el mineral es descargado mediante un equipo apilador, que lo va depositando ordenadamente formando un terraplén continuo, cuya altura fluctúa entre 3 a 6 m. que corresponde a la pila de lixiviación. Sobre esta pila se instala un sistema de riego por goteo y/o aspersores que van cubriendo toda el área expuesta.

Bajo las pilas de lixiviación se instala previamente una membrana impermeable sobre la cual se dispone un sistema de drenaje (tuberías ranuradas) que permiten recoger las soluciones que se infiltran a través del material.



**Figura 21. Equipo apilador**

### **Lixiviación**

La podemos definir como la disolución parcial o total de una matriz sólida en una fase líquida. El objetivo de esta operación unitaria es extraer alguna especie química útil con beneficio económico desde la matriz sólida (mineral), para recuperar esta especie, posteriormente desde la fase acuosa.

Esta operación requiere de un contacto de un sólido con un líquido para poder disolver el sólido parcialmente, de tal forma que el material disuelto quede en el líquido. El material disuelto en el líquido debe comprender a las especies químicas que sean útiles y que se desean recuperar posteriormente.

El líquido o fase líquida es una solución acuosa que contiene reactivos químicos que actúan sobre el sólido para disolverlo.

Dada la naturaleza de la lixiviación, se puede agrupar, de acuerdo a los objetivos del proceso en tres categorías las cuales son: disolver parcial o totalmente el sólido, para extraerle las especies útiles, estabilizar en el líquido las especies útiles disueltas, y minimizar la cantidad de especies no útiles a disolver.

Para lograr la disolución de las especies útiles es necesario contactar el mineral de cobre óxido con una solución acuosa (solución lixivante). Este contacto debe de realizarse de tal manera que permita que los reactivos químicos (agentes lixiviantes), presentes en la solución lixivante, interactúen con la superficie del mineral para que ocurran en la interfase sólido – líquido, las reacciones químicas de disolución del cobre que se desea que ocurran. El mineral a lixiviar debe presentar la mayor superficie expuesta posible por unidad de masa, para lograr de esta forma una máxima interacción del mineral con el agente lixivante de la solución.

Del mineral, la finalidad es que se disuelvan solamente las especies útiles, por lo que el agente lixivante debe ser selectivo e interactuar solamente con esas especies y no otras contenidas en el mineral para lograr minimizar la disolución de las otras especies.

Considerando que los productos de la lixiviación son las soluciones acuosas que contienen las

especies útiles disueltas y estabilizadas y el material sólido residual, se hace necesario separar estas fases para proseguir con el proceso.

El sólido residual (ripios) se desecha y, por lo general, se acopia en sectores definidos, en tanto que las soluciones acuosas continúan con el proceso.

Las soluciones acuosas resultantes de la lixiviación presentan, en muchos casos, dos problemas; uno es la baja concentración de las especies útiles en estas soluciones y el otro es la alta cantidad de especies no útiles disueltas y en algunos casos también no disueltas, las que del punto de vista de proceso son contaminantes de la solución.

### **Extracción por solvente (SX)**

Las soluciones conteniendo cobre disuelto obtenidas en la lixiviación (PLS) son tratadas posteriormente mediante el proceso de extracción por solvente (SX) para su purificación y obtener un electrolito de cobre apto para el proceso de electro obtención (EW).

La etapa denominada extracción por solvente en el proceso hidrometalúrgico del cobre, es intermediaria entre la de lixiviación y electro obtención. Su rol esencial en el proceso, es la de actuar como etapa de purificación química que permita obtener un electrolito con composición óptima para que en la EW se consiga obtener cátodos de alta pureza y alta eficiencia energética.

Este proceso de purificación se hace posible por la utilización de un líquido orgánico capaz de separar el ión cobre de sus acompañantes en el PLS y transferirlo posteriormente hacia el electrolito que avanza a EW.

La extracción por solvente del cobre, es un proceso de naturaleza química que permite la transferencia selectiva del cobre iónico desde una fase acuosa (PLS) hacia otra (electrolito) actuando como medio de transporte una fase líquida orgánica que es inmisible con las acuosas anteriores. La fase líquida orgánica que permite la funcionalidad del proceso de SX, comúnmente en el lenguaje del proceso se le denomina como orgánico, contiene un compuesto orgánico denominado extractante y que químicamente se representa por RH.

El proceso de SX para lograr los objetivos de purificación y concentración consta de dos etapas básicas, extracción y reextracción (figura 22).

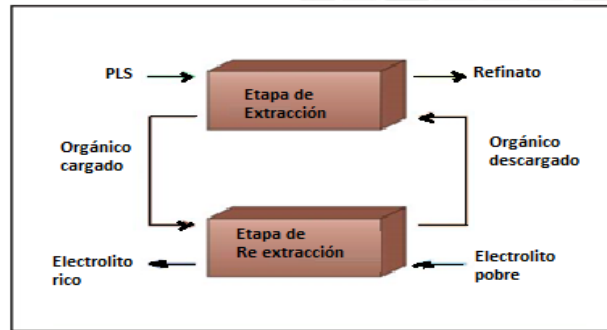


Figura 22. Diagrama del proceso de SX

### Electro-obtención (EW)

Los procesos hidrometalúrgicos de lixiviación producen en general dos tipos de soluciones:

- Soluciones fuertes: Con contenidos de cobre en soluciones entre los rangos de 30-50 g/lit.
- Soluciones débiles: Con contenido de cobre < 10 g/lit.

Las soluciones fuertes son aptas para entrar directamente al proceso posterior de electro-obtención pero a menudo poseen importantes niveles de contaminantes, por lo que se hace necesario previamente someterlas a procesos de purificación, en cambio las soluciones débiles, deben pasar necesariamente por una etapa de concentración vía extracción por solvente.

El objetivo del proceso de electro obtención es:

- Recuperar el cobre contenido en las soluciones de lixiviación mediante la aplicación de corriente y obtener cobre metálico en forma de cátodos. Los electrodos usados para dicho objetivo son: cátodos de acero inoxidable y un ánodo inerte de Pb-Sb o Pb-Ca.
- Producir cátodos de la mayor calidad posible y a bajo costo.
- Regenerar ácido sulfúrico simultáneamente con la deposición de cobre, el cual se recicla a la planta de extracción por solventes (SX).

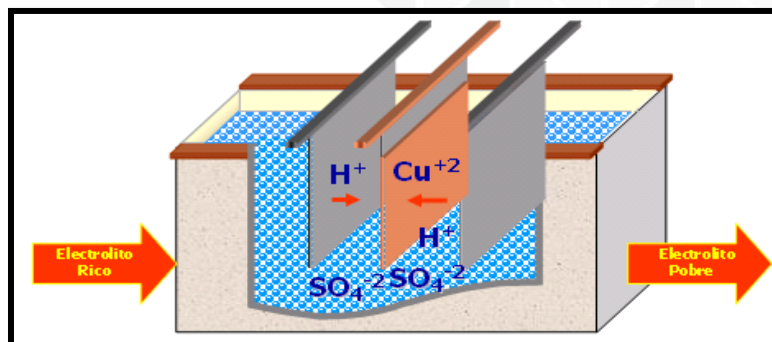
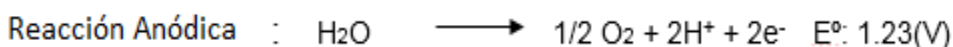


Figura 23. Celda EW y reacciones principales

### Reacciones principales



En la planta de electro-obtención se obtiene el cobre metálico partiendo de una solución que contiene electrolito rico (sulfato de cobre) y ácido sulfúrico utilizando el paso de una corriente eléctrica desde un ánodo insoluble de plomo hacia un cátodo de acero inoxidable. El cobre se deposita gradualmente sobre dicho cátodo, el que aumenta su espesor y peso, en tanto que en el ánodo procede la disociación del agua en iones hidrógeno y oxígeno libre. Los iones hidrógeno incrementan la concentración de ácido y el oxígeno es liberado en forma de pequeñas burbujas en el ánodo de plomo.

La energía eléctrica en exceso sobre la teóricamente requerida, se disipa en forma calórica en el electrolito. A objeto de mantener las celdas a la temperatura deseada entre 38 y 45°C el electrolito caliente descargado que abandona la planta es usado para calentar el electrolito frío de entrada.

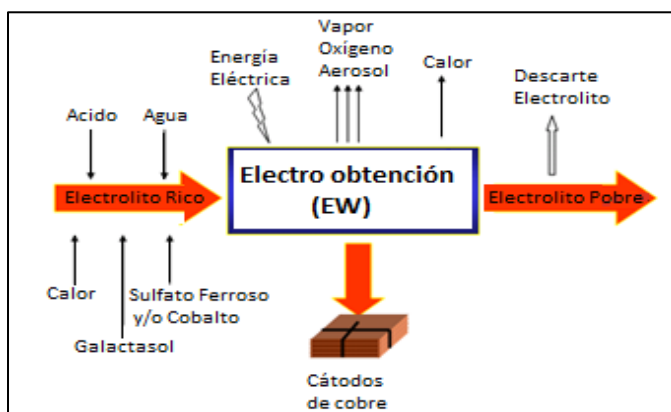
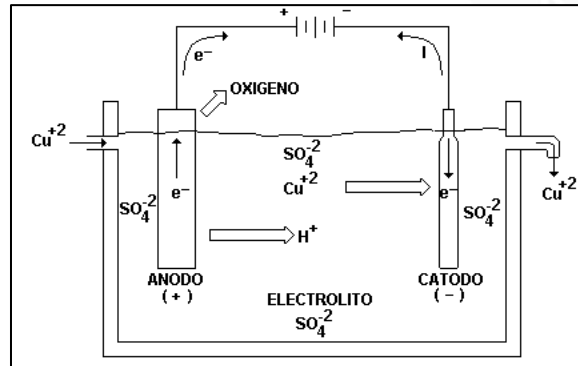


Figura 24. Esquema general de flujos de masa y energía



El cobre en solución (catión:  $\text{Cu}^{+2}$ ) es atraído por el polo negativo representado por los cátodos, por lo que migra hacia éstos pegándose partícula por partícula en su superficie en forma metálica (carga cero).



**Figura 25. Movimientos iónicos en la celda EW**

Una vez transcurridos seis a siete días en este proceso de electro obtención, se produce la cosecha de cátodos. En este tiempo se ha depositado cobre con una pureza de 99,99% en ambas caras del cátodo con un espesor de 3 a 4 cm, lo que proporciona un peso total de 70 a 80 kg por cátodo.

Los cátodos son lavados con agua caliente para remover posibles impurezas de su superficie y luego son llevados a la máquina despegadora, donde en forma totalmente mecanizada se despegan las hojas de ambos lados, dejando limpio el cátodo permanente que se reintegra al ciclo del proceso de electro obtención.



**Figura 26. Integración de procesos hidrometalúrgicos**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico de minerales óxidos de cobre.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas y secuencia del proceso hidrometalúrgico de minerales óxidos de cobre, operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa

### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones												
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.												
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="542 464 1315 569">El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico, en la siguiente tabla:</p> <table data-bbox="542 569 1310 1255"><tr><th data-bbox="542 569 831 804">Nombre de la operación unitaria de la hidrometalurgia del cobre</th><th data-bbox="831 569 1310 804">Definición de la operación unitaria</th></tr><tr><td data-bbox="542 804 831 909">1</td><td data-bbox="831 804 1310 909"></td></tr><tr><td data-bbox="542 909 831 982">2</td><td data-bbox="831 909 1310 982"></td></tr><tr><td data-bbox="542 982 831 1056">3</td><td data-bbox="831 982 1310 1056"></td></tr><tr><td data-bbox="542 1056 831 1161">4</td><td data-bbox="831 1056 1310 1161"></td></tr><tr><td data-bbox="542 1161 831 1255">5</td><td data-bbox="831 1161 1310 1255"></td></tr></table>	Nombre de la operación unitaria de la hidrometalurgia del cobre	Definición de la operación unitaria	1		2		3		4		5	
Nombre de la operación unitaria de la hidrometalurgia del cobre	Definición de la operación unitaria												
1													
2													
3													
4													
5													
Duración de la actividad	60 minutos.												

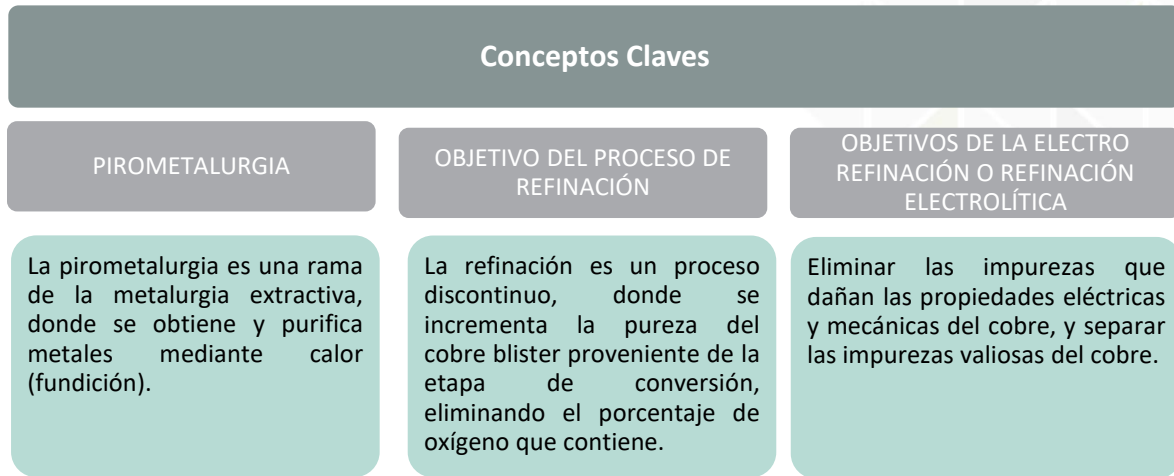
### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## 7. Descripción del proceso pirometalúrgico.

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.



### Resumen de contenidos:

La pirometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, donde se obtiene y purifica (refina) metales mediante calor (fundición). Conceptualmente, el proceso Fusión – Conversión, implica el uso del calor generado por la oxidación de la mata para fundir el concentrado húmedo (7 – 8% H<sub>2</sub>O). Bajo esta condición de operación convencional, una parte importante del calor generado por la conversión del eje se pierde, pues se usa en calentar y evaporar el agua contenida en el concentrado desde la temperatura ambiente hasta 1200°C, la cual es la temperatura de los gases de salida por la boca del horno. Esta consideración indujo el uso de concentrado seco en la alimentación. Alimentando concentrado seco, controlando la composición mineralógica del concentrado (o mezclas), controlando el flujo de aire y su enriquecimiento de oxígeno, es posible operar de modo estable el horno Fusión–Conversión sin el requerimiento de eje proveniente de la unidad de fusión. Sin embargo, es necesario tener un sistema de alimentación de concentrado seco al horno para evitar las pérdidas de polvo arrastrado por el horno en los gases de salida. Por esta razón, se fabricó un sistema de transporte neumático con un diseño especial de toberas intercaladas entre las toberas de soplado de aire. El sistema de alimentación de concentrado consta de equipos de dosificación, bombas neumáticas, tuberías, un divisor y un diseño especial de inyección por toberas. Esto es, la aplicación de la fusión sumergida de concentrados.

El proceso de pirorrefinación, realiza diferentes etapas operacionales con el propósito de generar un condicionamiento del cobre blister para las etapas posteriores de electrorrefinación,

ajustando el grado de oxidación del metal mediante una eliminación selectiva de impurezas presentes y posterior reducción de los óxidos de cobre, con el resultado final de un cobre anódico de calidad en sus características mecánica y físico-química.

### Operaciones unitarias de la fundición de concentrados

#### Proceso de fusión - conversión de concentrados de cobre

La fusión tiene por objetivo fundir el concentrado de cobre a alta temperatura para concentrar el cobre mediante separación de fases, una parte rica en cobre (eje y metal blanco), y otra parte baja en cobre (escoria).

La conversión tiene por objetivo eliminar el azufre y el hierro presentes en el concentrado de cobre (cobre sulfurado), mediante oxidación del baño fundido (inyección de aire con alto contenido de oxígeno), para obtener una parte de cobre relativamente puro (cobre blister), y por otra parte escoria fayalítica.

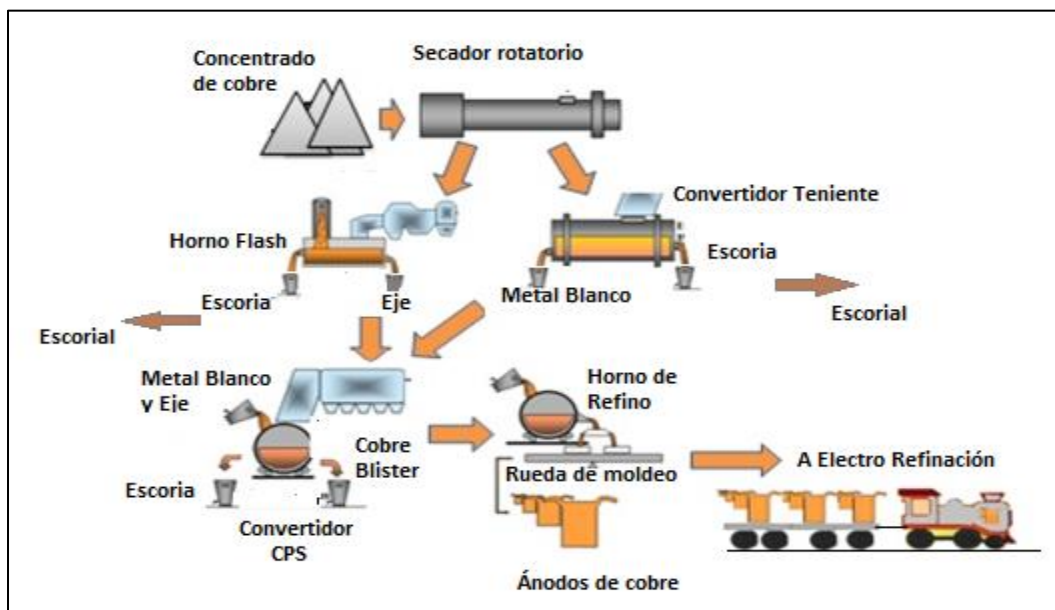


Figura 27. Diagrama del proceso de fundición y refinación de concentrado de cobre

Las etapas del proceso de fundición son las siguientes:

- Inyección de concentrado en hornos de fundición (reacción)

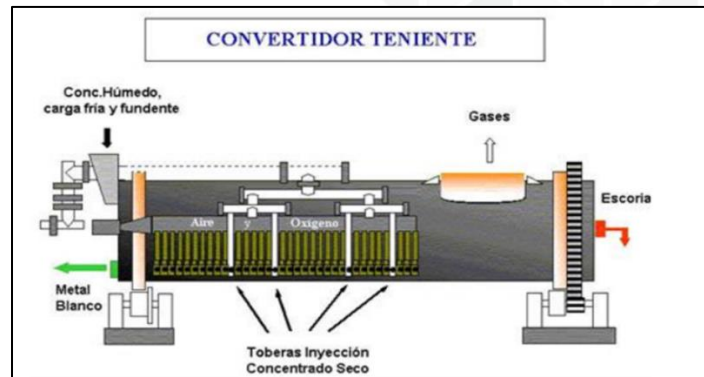


Figura 28. Convertidor tipo Teniente

- Soplado
- Vaciado de metal blanco
- Evacuación de gases
- Proceso de refinación y moldeo.

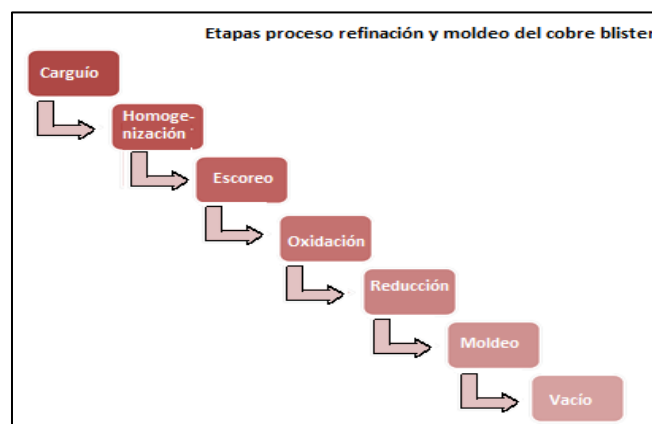


Figura 29. Etapas del proceso de refinación y moldeo

### Refinación electrolítica del cobre

En este proceso se logra purificar más los ánodos de cobre por medio de la electrólisis hasta obtener una mayor pureza. Este es el producto que se vende en el mercado internacional. Se llama cátodo de cobre de alta pureza y contiene 99,97% a 99,99% de cobre.

Es la disolución electroquímica de los ánodos impuros de cobre, para permitir que el metal se deposite en forma selectiva y con máxima pureza sobre cátodos de cobre.

La electro refinación tiene dos objetivos:

- a) Eliminar las impurezas que dañan las propiedades eléctricas y mecánicas del cobre.
- b) Separar las impurezas valiosas del cobre. Éstas pueden ser recuperadas después como subproductos metálicos.



**Figura 30. Celdas de electro refinación. Codelco Norte**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso pirometalúrgico de concentrado de cobre.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar la secuencia de las etapas del proceso pirometalúrgico del cobre, operación fundamental para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa





### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones												
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.												
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="544 457 1307 569">El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso pirometalúrgico, en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="544 569 1307 1123"> <thead> <tr> <th data-bbox="548 575 836 758">Nombre de la operación unitaria de la pirometalurgia del cobre</th><th data-bbox="836 575 1302 758">Definición de la operación unitaria del proceso de fundición de concentrados de cobre</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td data-bbox="548 758 836 835"></td><td data-bbox="836 758 1302 835"></td></tr> <tr><td data-bbox="548 835 836 913"></td><td data-bbox="836 835 1302 913"></td></tr> <tr><td data-bbox="548 913 836 991"></td><td data-bbox="836 913 1302 991"></td></tr> <tr><td data-bbox="548 991 836 1068"></td><td data-bbox="836 991 1302 1068"></td></tr> <tr><td data-bbox="548 1068 836 1123"></td><td data-bbox="836 1068 1302 1123"></td></tr> </tbody> </table>	Nombre de la operación unitaria de la pirometalurgia del cobre	Definición de la operación unitaria del proceso de fundición de concentrados de cobre										
Nombre de la operación unitaria de la pirometalurgia del cobre	Definición de la operación unitaria del proceso de fundición de concentrados de cobre												
Duración de la actividad	60 minutos.												

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará los conceptos aprendidos, y comentará los resultados de las actividades desarrolladas.

## Resumen de contenidos:

### Planta de secado

El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El concentrado de cobre se seca térmicamente por vaporización.

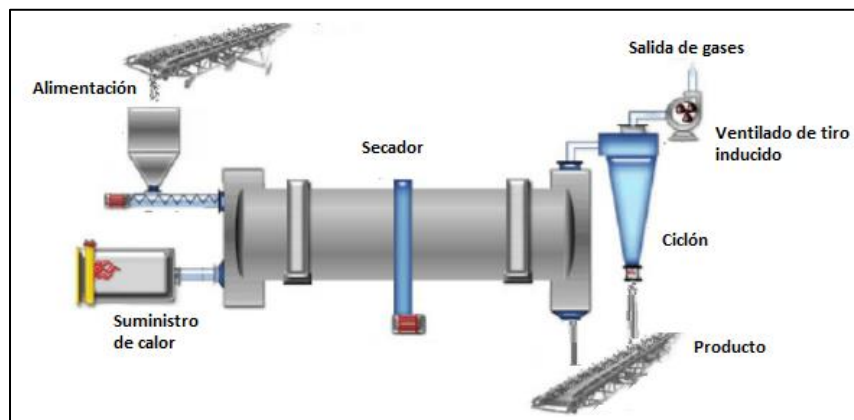
El líquido que ha de vaporizarse puede aumentar sobre la superficie del sólido, en el interior del sólido, o parte en el exterior y parte en el interior.

El producto que se seca puede soportar temperaturas elevadas o bien requiere un tratamiento suave a temperaturas bajas o moderadas. Esto da lugar a que en el mercado exista un gran número de tipos de secadores comerciales. Las diferencias residen fundamentalmente en la forma en que se mueven los sólidos a través de la zona de secado y en la forma en la que se transmite calor.

Los equipos de secado pueden clasificarse en secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire) y en secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto.

Los secadores que exponen los sólidos a un gas caliente se llaman adiabáticos o secadores directos, y los secadores en los que el calor es transmitido desde un medio externo reciben el nombre de no adiabáticos o secadores indirectos. Los secadores calentados por energía radiante, dieléctrica o de microondas, también son no adiabáticos. Algunas unidades combinan el secado adiabático y no adiabático, y se denominan secadores directos-indirectos.

La mayor parte de los secadores industriales operan con partículas de sólidos durante todo o una parte del ciclo de secado.



**Figura 31. Secador**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de secado de materiales sólidos (concentrado de cobre), en tambores secadores rotatorios.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar los distintos mecanismos de transferencia de calor aplicados en los tambores rotatorios secadores de sólidos húmedos.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones								
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.								
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir los modos de transferencia de calor que se aplican en los tambores secadores, en la siguiente tabla:								
	<table><tr><th>Modo de transferencia de calor en el secador</th><th>Definición del modo de transferencia de calor</th></tr><tr><td>1</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr></table>	Modo de transferencia de calor en el secador	Definición del modo de transferencia de calor	1		2		3	
	Modo de transferencia de calor en el secador	Definición del modo de transferencia de calor							
	1								
	2								
3									
Duración de la actividad	60 minutos.								

### 3. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de esta operación unitaria en el proceso de fundición, por cuanto el concentrado debe ingresar al horno con menos de 0,5% humedad, dando de esta forma satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de esta operación unitaria y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## Resumen de contenidos:

### Planta de ácido

El ácido sulfúrico es uno de los químicos industriales más importantes. El per cápita usado de ácido sulfúrico es un índice del desarrollo técnico de una nación. El ácido sulfúrico es importante en casi todas las industrias, y es el reactivo usado en el proceso de lixiviación de minerales de cobre.

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso, de densidad  $1,84 \text{ g/cm}^3$  (98% pureza) transparente e incoloro cuando se encuentra en estado puro, y de color marrón cuando contiene impurezas. Es un ácido fuerte que, cuando se calienta por encima de  $30^\circ\text{C}$  desprende vapores y por encima de  $200^\circ\text{C}$  emite trióxido de azufre. En frío reacciona con todos los metales y en caliente su reactividad se intensifica. Tiene gran afinidad por el agua y es por esta razón que extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas.

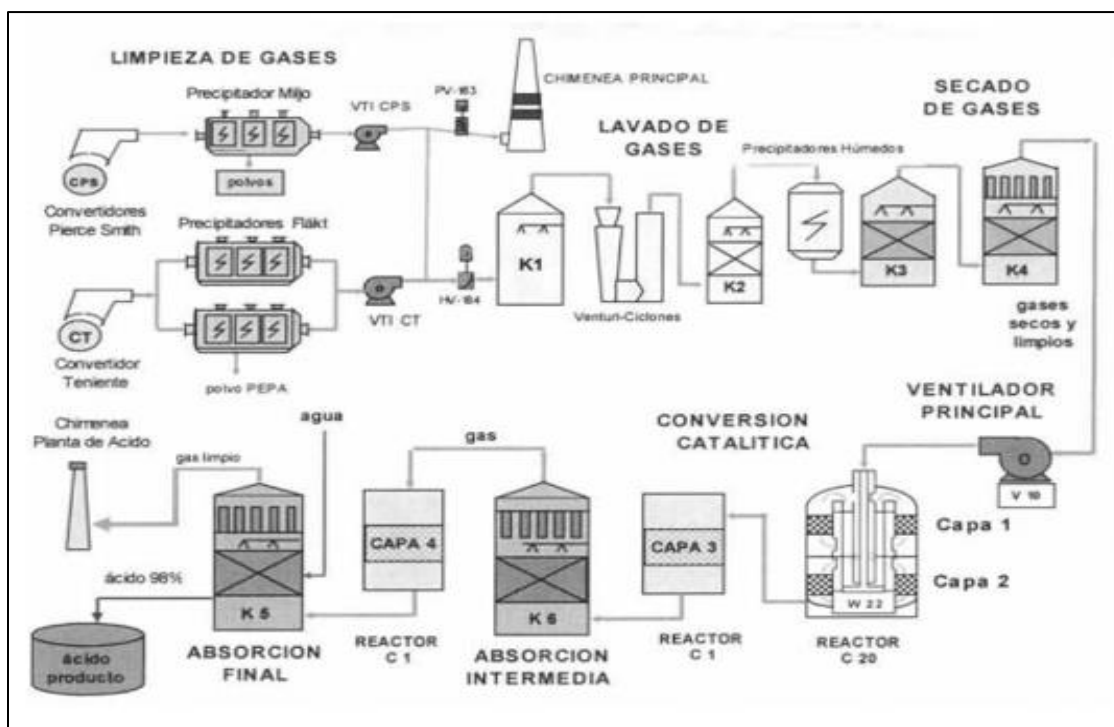


Figura 32. Diagrama de flujo planta de ácido sulfúrico. Codelco fundición Ventanas

### Cancha de almacenamiento y despacho de ánodos de cobre

Este es el proceso final, donde los ánodos se enzunchan y almacenan según sus características físicas y químicas. Los ánodos son seleccionados de acuerdo a su calidad, son contabilizados y luego rotulados para su posterior embarque en tren hacia el proceso de electro refinación y su posterior comercialización.



**Figura 33. Retiro de ánodos a electro refinación desde cancha de almacenamiento**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad:** Definición de las etapas del proceso de fabricación del ácido sulfúrico.



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

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

### 1. Objetivo

- Identificar conceptos de las etapas y secuencia de la producción del ácido sulfúrico, a partir de los gases metalúrgicos extraídos de la etapa de fusión y conversión de la fundición de concentrados de cobre.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="545 459 1357 569">El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso de fabricación del ácido sulfúrico, identificados en la figura en la tabla adjunta.</p> <div data-bbox="545 569 1357 1146"><p>El diagrama ilustra el proceso de fabricación del ácido sulfúrico, dividido en cinco etapas numeradas:</p><ul style="list-style-type: none"><li><b>(1) LIMPIEZA DE GASES:</b> Incluye convertidores Perce Smith (CPS, CT), precipitadores (Mito, Flakt, PEPA) y ventiladores (VTI CPS, CT, H-84).</li><li><b>(2) LAVADO DE GASES:</b> Utiliza torres de absorción (K1, K2) y Venturi-Ciclones.</li><li><b>(3) SECADO DE GASES:</b> Emplea precipitadores húmedos (K3, K4) para producir gases secos y limpios.</li><li><b>(4) CONVERSION CATALITICA:</b> Consiste en reactores (C1, C20) y capas catalíticas (CAPA 3, 4) que convierten el gas en ácido 98%.</li><li><b>(5) ABSORCION:</b> Incluye la absorción intermedia y final, resultando en el ácido producido.</li></ul></div>





	(2)	
	(3)	
	(4)	
	(5)	
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, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, en cuanto a la calidad del ácido entregado, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## 8. Procesos productivos en una planta de procesamiento de mineral de cobre.

**Aprendizaje esperado:** Aplicar la cadena de valor asociada a las operaciones unitarias del proceso de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### PROCESO PRODUCTIVO

Se define proceso productivo como la actividad o conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores externos o internos que permitirán obtener resultados o productos.

#### MODELO DE GESTIÓN PROVEEDORES-PROCESO- CLIENTES

Un modelo de gestión usado en la minería es definir cada proceso en forma independiente, el cual cuenta con sus proveedores y clientes. Entonces, cada proceso tendrá sus entradas que serán abastecidas o entregadas por los proveedores y deberá generar sus salidas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

#### COSTOS

Los costos dentro del modelo proveedores-procesos-clientes son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado.

### Resumen de contenidos:

En general, se define como proceso productivo la actividad o conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores externos o internos que permitirán obtener resultados o productos.

Por ejemplo, objetivo final de una planta concentradora es obtener un producto en cantidad y calidad definida previamente según estudios geológicos, metalúrgicos y de mercado. Este objetivo puede ser dividido en sub objetivos, donde a cada uno de ellos podemos asociar a un proceso, el cual tiene asociado un conjunto de actividades

Se debe garantizar un ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física, humana y ambiental.

Cabe destacar que el principal insumo y a la vez producto de cada proceso productivo es la información, la que según su calidad y cantidad permitirá llevar a cabo los procesos productivos con el más alto potencial de éxito posible.

### **Esquema proveedores – proceso - clientes**

Un modelo de gestión usado en la minería es definir cada proceso en forma independiente, el cual cuenta con sus proveedores y clientes. Entonces, cada proceso tendrá sus entradas que serán abastecidas o entregadas por los proveedores y deberá generar sus salidas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Los clientes son los principales condicionantes del proceso, ya que definen las exigencias de calidad y cantidad de las salidas que un proceso entregará. Pero los proveedores también juegan un papel importante, ya que para un proceso que genere salidas de buena calidad, las entradas suministradas por los proveedores deben ser también de buena calidad.

Es fundamental que para que las entradas y las salidas de un proceso sean de buena calidad debe haber un flujo permanente de información entre proveedores, clientes y el proceso.

El buen rendimiento final de una operación dependerá de que cada proceso obtenga resultados que cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos.

Algunos de los factores que con mayor frecuencia estarán presentes, como entradas o salidas, en todo proceso productivo en la planta son los siguientes:

#### **Características mineralógicas de la roca**

Las características que tengan las rocas (menas y gangas) involucradas en una operación en particular será una información de entrada en cada proceso relacionado con la conminución y recuperación, ya que condicionará la reducción de tamaño, liberación de la partícula útil, consumo de energía e insumos, y la secuencia de operación.

#### **Características del material removido**

La dureza y abrasividad de la roca influirán en el rendimiento y costos de todos y cada uno de los procesos productivos; por ejemplo, es muy diferente perforar roca dura que roca blanda, así como también las estructuras presentes influyen en la calidad de la perforación. Adicional a lo anterior existe un deterioro variado en los aceros de los baldes, tolvas y equipos de la planta (bombas).

#### **Planificación**

La correcta planificación de la producción permitirá que el rendimiento de los equipos sea el adecuado. A su vez, la planificación como cliente requerirá información de las operaciones en forma de reporte de operación, recuperación, disponibilidades, etc. para así poder proyectar a futuro los movimientos de materiales y disposición de recursos requeridos. La planificación siempre debe apuntar a los objetivos estratégicos del negocio y no a las tácticas de corto plazo.

### **Suministros de insumos**

La disponibilidad de suministros de insumos para la operación es fundamental. La adecuada programación de las actividades permitirá definir y mantener una buena gestión en el almacenamiento de suministros de stock, con el fin de que cuando un proceso requiera alguno de ellos, siempre esté disponible (concepto stock mínimo).

### **Servicio equipos auxiliares planta**

Los equipos de servicios auxiliares de la planta deben actuar conforme a los requerimientos de operación, esto es, que se encuentren disponibles cuando se les necesite y que no interfieran negativamente en la operación. Por ejemplo, si el mantenimiento de las bombas de pulpas es óptimo, o sea siempre habrá disponibilidad de una bomba stand by, permitirá a los equipos de la planta mejorar la productividad, mejorando sus rendimientos y disminuyendo la probabilidad de detención de planta, disminución de la producción, etc.

### **Costos**

Los costos son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado. Deberán ser evaluados según el proceso global y según los procesos parciales, es decir, el costo de un proceso puede ser alto, pero puede permitir que el costo global de la faena sea menor al establecido.

### **Seguridad, salud y medio ambiente**

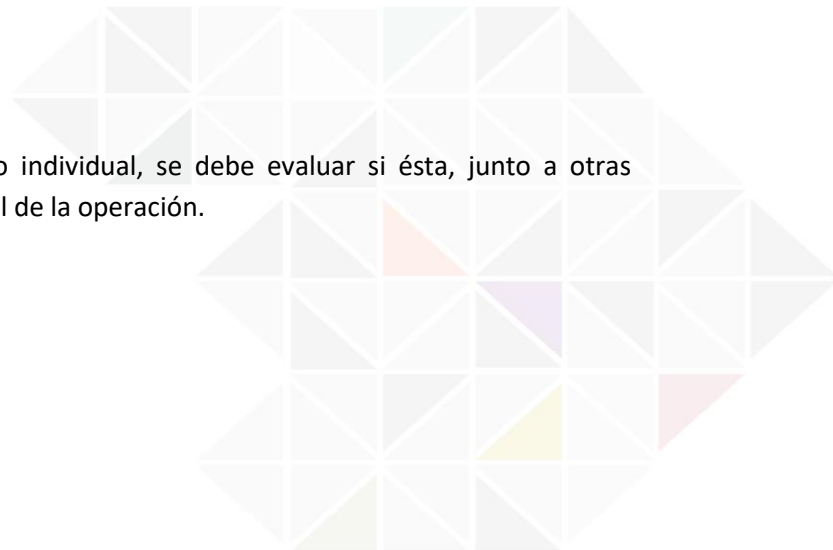
La seguridad, la salud y el medio ambiente son preocupaciones permanentes en la minería, tanto como entradas y salidas de cada proceso. Además, una operación segura genera bienestar global en el personal de la planta, mejorando el rendimiento operacional en el corto, mediano y largo plazo. Hoy en día estas entidades no deben ser consideradas ajenas a la operación, ya que conforman la acción directa frente al control de pérdidas y bienestar operacional.

### **Operaciones y funcionamiento global**

Las operaciones relacionadas y realizadas antes y después de cada proceso generan productos y resultados útiles para el proceso mismo, ya que cada proceso es parte de una cadena de información, resultados y operación global de faena, por lo tanto dependen una de la otra. Es decir, las salidas de cada proceso afectan el funcionamiento global de la faena, por lo tanto, afectan directamente a todos y cada uno de los procesos.

La operación global de la planta permitirá dar la pauta a las operaciones particulares, en el sentido de definir las estrategias con que se abordará cada una de las situaciones particulares. La idea de globalidad encierra el concepto de equipo de trabajo y no de funcionamiento individual. Por esto,

antes de realizar una mejora en un proceso individual, se debe evaluar si ésta, junto a otras actividades, permitirá hacer una mejora global de la operación.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de los factores que siempre están presentes en todo proceso productivo de un negocio minero.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar conceptualmente los factores internos y externos que interactúan y que permitirán obtener resultados o productos dentro de los estándares de calidad esperados.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones	
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.	
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:	
	<b>Factor de la Actividad del proceso minero</b>	<b>Forma de interactuar del factor productivo en el proceso productivo.</b>
	Características mineralógicas de la roca	
	Características del material removido, desde la mina.	
	Planificación de la producción	
	Suministro de Insumos	
	Servicio equipos auxiliares planta	



	Costos	
	Seguridad, salud, medio ambiente	
	Operaciones y funcionamiento global de la planta	
Duración de la actividad	60 minutos.	

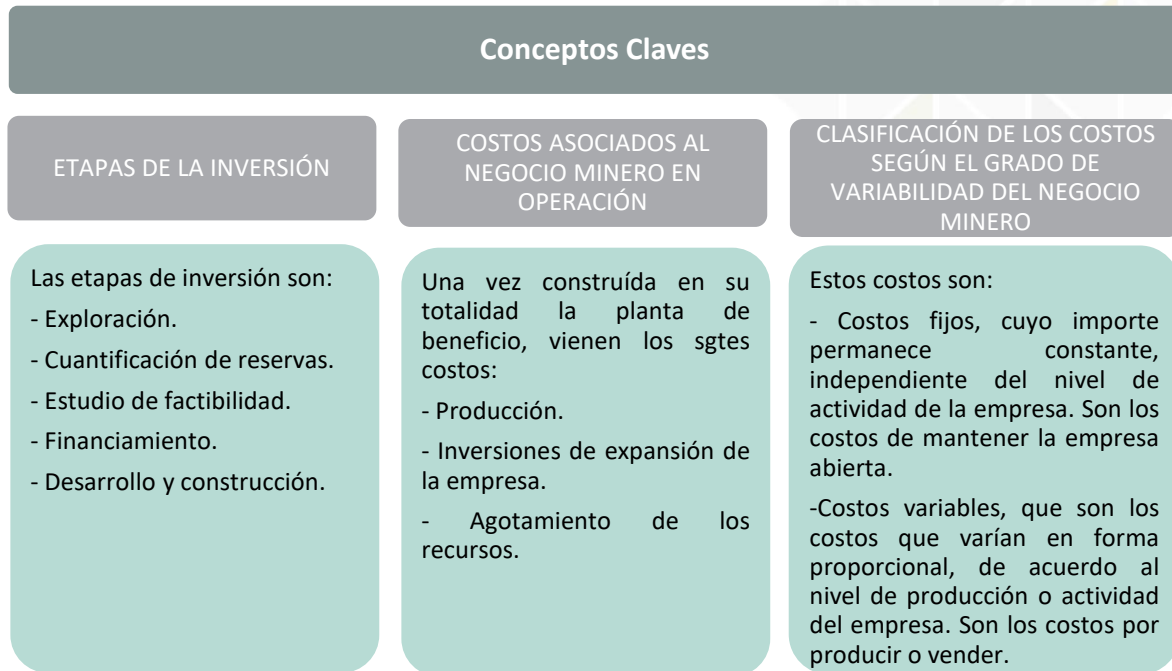
#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además que el buen rendimiento final de una operación o de un proceso minero dependerá de cada una de estas obtenga resultados que cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos. Estos factores van a estar presentes como entradas o salidas del proceso minero.



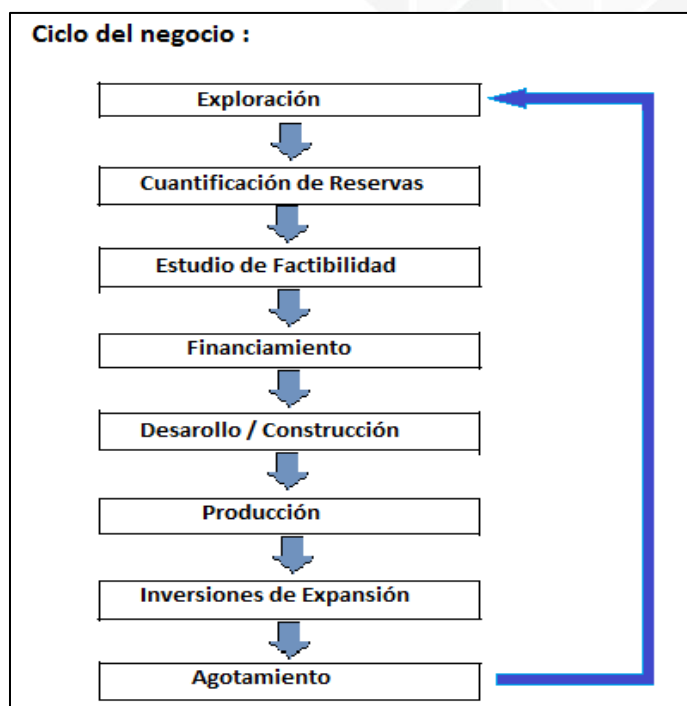
## 1. Negocio minero como organización económica.

**Aprendizaje esperado:** Identificar el negocio minero como organización económica, según estándares.



### Resumen de contenidos:

El rol del negocio minero en la economía es el de encontrar, delinear y desarrollar depósitos minerales económicos, para luego explotar, procesar y vender los productos que de ellos se obtienen, actividades que deben ser económicamente rentables.



**Figura 34. Ciclo del negocio minero**

Asociaremos a este ciclo, conceptos económicos de inversión (costos de inversión), y conceptos de empresa en operación (costos de operación, ingresos, utilidades).

### **Etapas de la inversión**

**a) Exploración**

**b) Cuantificación de reservas**

**c) Estudio de factibilidad**

El estudio de factibilidad implica:

- **Evaluación técnica**
- **Evaluación económica**

**d) Financiamiento**

**e) Desarrollo y construcción**

## Costos asociados al negocio minero en operación

- a) Producción
- b) Inversiones de expansión de la empresa
- c) Agotamiento de los recursos

### Clasificación de costos según su asignación

#### **Costos directos**

Son los costos que se relacionan directamente con la producción de unidades específicas o líneas de productos y comprenden los salarios del personal y el costo de los insumos empleados para la manufactura.

#### **Costos Indirectos**

Los costos indirectos de fabricación como lo indica su nombre son todos aquellos costos que no se relacionan directamente con la manufactura, pero contribuyen y forman parte del costos de producción: mano de obra indirecta y materiales indirectos, calefacción, luz y energía para la fábrica, arrendamiento del edificio de fábrica, depreciación del edificio y de equipo de fábrica, mantenimiento del edificio y equipo de fábrica, seguro, prestaciones sociales, incentivos, tiempo ocioso son ejemplos de costos indirectos de fabricación

### Clasificación de costos según su grado de variabilidad

#### **Costos Fijos**

Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa, o sea independiente de los cambios en el volumen de producción. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa, por ejemplo: arriendo, amortizaciones o depreciaciones, seguros, impuestos fijos, servicios públicos, sueldos.

#### **Costos Variables**

Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender", por ejemplo: Mano de obra directa, materias primas directas, materiales e insumos directos, impuestos específicos, envases, embalajes y etiquetas, comisiones, bonos de producción, etc.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Definición de los ciclos del negocio minero y sus costos asociados.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

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

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

### 1. Objetivo

- Identificar conceptos de evaluación económica en las etapas de inversión y en la etapa de operación del proceso productivo. .

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa

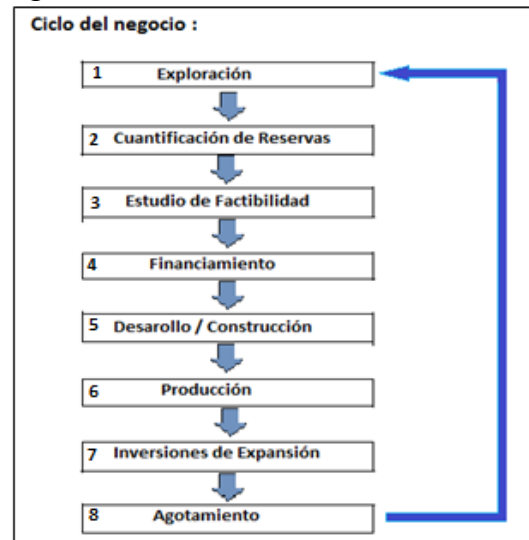
### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.
Desarrollo	El participante deberá definir lo requerido en la tabla



de la  
actividad

siguiente



Ciclo del negocio minero	Concepto del ciclo
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

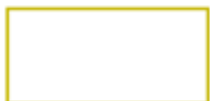
Duración de la actividad

90 minutos.



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

El instructor reforzará los conceptos aprendidos, y comentará los resultados de las actividades desarrolladas.



**MÓDULO:**

**INTRODUCCIÓN A LA COORDINACIÓN DE  
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**



## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

### 10. Plan de mantenimiento anual

**Aprendizaje esperado:** Distinguir los trabajos de mantenimiento, que se deban establecer en un listado para un plan de trabajo. (back-log de notificaciones)



### Resumen de contenidos

La consolidación de la industria y la competencia mundial están poniendo a las plantas de hoy día bajo una intensa presión financiera. Los presupuestos de las operaciones y mantenimiento están entre los primeros que se recortan. Se espera que menos personal que trabaje menos horas opere y mantenga más equipo a bajo costo. Al mismo tiempo, también se espera que entreguen un rendimiento (throughput) más alto, más disponibilidad y más ganancias con activos que se hacen viejos.

Esta tendencia no muestra signos de cambio. Por lo tanto, las plantas deben incrementar la productividad de sus equipos de operaciones y mantenimiento existentes, mientras continúan buscando maneras de reducir los costos aún más.

El plan de mantenimiento, generalmente es un listado de actividades en un año (52 semanas).



Estas actividades son agregadas al listado de acuerdo a la estrategia planteada por la empresa, los requerimientos indicados por el vendedor, los espacios generados en el plan de producción.

Este último es muy importante, dado que se tiende a no tomar en cuenta la capacidad y disponibilidad del conjunto productivo (ej. Planta de chancado), si el plan de producción supera las capacidades del conjunto productivo, no habrá tiempo para ejecutar la estrategia de mantenimiento del activo.

### Actividad: Identificación de los trabajos de mantenimiento para establecer un listado.



- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.

- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar Actividades de mantenimiento para agregar al programa de trabajo

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones



### 3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben aplicar los criterios desarrollados para la selección de tareas a programar en un corto plazo.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p><b>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con los participantes:</b></p> <p>Los participantes revisan un listado de trabajos pendientes (back log) y seleccionan <b>dos tareas que deban ser ejecutadas por instrumentistas</b>, para el programa de la semana siguiente.</p> <p>Deben de seleccionar aquellas tareas que tienen un instructivo del vendedor, <b>procedimienrto</b>, o que aparezcan en la matriz de riesgos eléctricos. (indicado en el listado)</p> <p><b>Confeccionan un informe</b> entregable para su revisión.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
<b>Duración de la actividad</b>	30minutos.

### 4. Cierre de la Actividad

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

## 11. Plan de producción de operaciones.

**Aprendizaje esperado:** Comprender que los plazos dados a las actividades de mantenimiento toman en cuenta: tiempos especificados en el plan de producción, instrucciones del

### Conceptos Claves

#### MANTENIMIENTO ACTIVO

Equipos industriales utilizados en la cadena productiva. Equipos a los que apunta la gestión de mantenimiento.

#### CADENA PRODUCTIVA

Todos los equipos de producción, que están relacionados directamente con esa unidad productiva.

### Resumen de contenidos:

El plan de producción de una empresa productora de concentrado de cobre, tiene por objetivo establecer las metas de producción (en toneladas de Lb finas de cobre metálicas o no metálicas) de la empresa.

Es relevante la importancia de este plan, debido a que, en base a este plan, se diseñan los flujos de caja anual de la empresa, se determinan los ingresos por ventas etc.

El plan debe de contemplar las capacidades del equipo, los tiempos del programa de mantenimiento de 52 semanas, los tiempos de mantención de los equipos de chancado, que alimentan a las plantas concentradoras (El planificador debe tener en cuenta todas estas variantes al momento de generar su plan de mantenimiento semanal.

## 12. Matriz de riesgo de Mantenimiento.

**Aprendizaje esperado:** Identificar actividades a verificar en terreno.



### Resumen de contenidos:

Toda actividad humana, por muy simple que sea, conlleva un riesgo, ya que la actividad exenta de ello representa la inmovilidad total. Si todos nos quedamos en nuestros hogares haciendo nada y se detuviese toda actividad productiva y de servicios, aun así, existiría el riesgo, menor, pero existiría, por lo cual el riesgo cero no es posible.

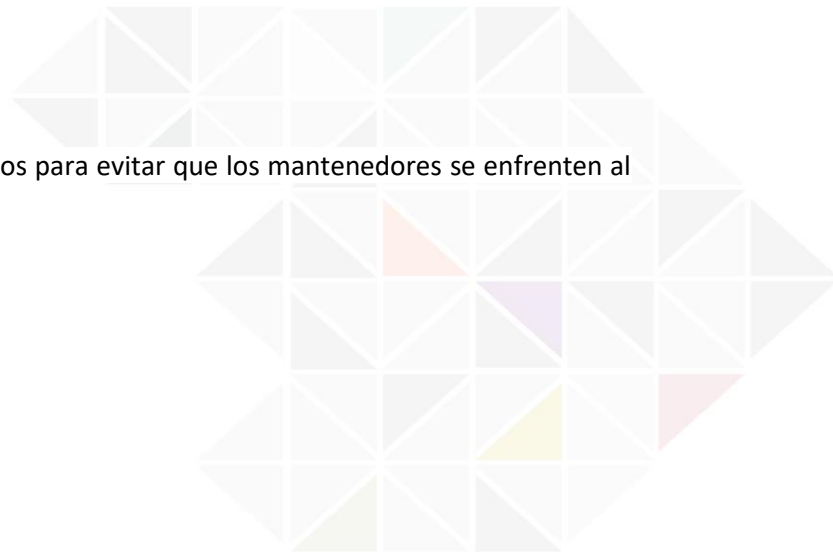
Definimos el riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o exposición peligrosa, y la severidad de la lesión o enfermedad que puede ser causada por el evento o exposición. También corresponde a la probabilidad de que un peligro, existente en una actividad determinada durante un período definido, ocasione un incidente con severidades factibles de ser estimadas.

Afortunadamente, se está produciendo en el último tiempo un cambio de visión en la gestión de los riesgos, basada en la identificación, monitoreo, control, medición y divulgación de los mismos, todo a través de la “matriz de riesgos”, ya que gestionar eficazmente los riesgos para garantizar resultados concordantes con los objetivos estratégicos de la organización, se está constituyendo en uno de los mayores retos.

La Matriz de Riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización.

Una matriz de riesgos constituye una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar, el tipo y nivel de riesgos inherentes a las actividades, en este caso de

mantenimiento, y los controles de estos riesgos para evitar que los mantenedores se enfrenten al riesgo puro de las tareas.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Verificación de los riesgos de las tareas seleccionadas anteriormente en la matriz de riesgos.

- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar riesgos de las tareas seleccionadas, riesgo residual, competencias requeridas para la tarea

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones



### 3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben verificar los riesgos de la tarea, los controles para los riesgos, revisar las competencias requeridas para ejecutar la tarea.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p><b>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con los participantes:</b></p> <p>Los participantes de sus tareas seleccionadas, <b>deben revisar si existe procedimiento, o si las tareas se encuentran en la matriz de riesgo eléctrico.</b> identificar los riesgos y controles de estos.</p> <p>Revisar si se requieren competencias especiales de los ejecutores.</p> <p><b>Identificar los controles de los riesgos identificados.</b></p> <p><b>Confeccionan un informe</b> entregable para su revisión.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
<b>Duración de la actividad</b>	40 minutos.

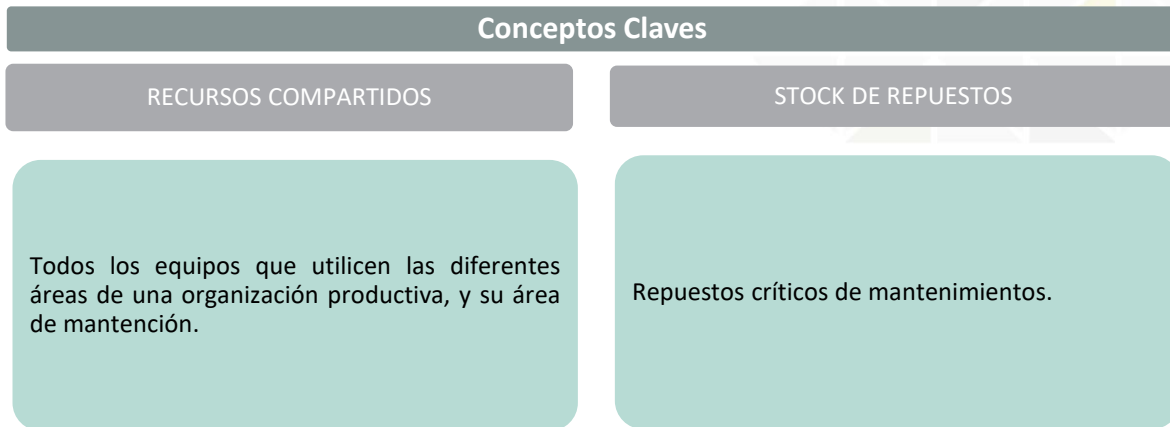
### 4. Cierre de la Actividad

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



### 13. Programa de recursos compartidos

**Aprendizaje esperado:** Definir información relevante para la asignación de recursos humanos y materiales a las actividades de mantenimiento.



#### Resumen de contenidos:

Hemos indicado que, en toda organización de mantenimiento, existen restricciones presupuestarias, con el objetivo de mantener bajos los costos generales de mantención.

Los recursos de mantención, como: Grúas móviles, camiones, camiones plumas articulados y telescópicos, grúas horquillas, manlift, side boom, etc. Son equipos costosos para contratarlos o comprarlos y tenerlos sub utilizados en una sola área, por lo que las organizaciones productivas los adquieren o contratan estos servicios para atender varias áreas.

Generalmente, en las organizaciones existe un área (gerencia de servicios operacionales por ej.) que los administra y genera un programa de estos recursos.

En este caso, los recursos compartidos serán todos los equipos que utilicen las diferentes áreas de una organización productiva, y su área de mantención.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad: Revisión de un plan de recursos compartidos, para verificar disponibilidad de equipos móviles para realizar el mantenimiento**

- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Comprender que se debe de verificar este tipo de recursos, para seleccionar las actividades para el programa de trabajo. (Si no existe un plan de recursos compartidos, se debe considerar arriendo de los equipos necesarios)

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones



### 3. Descripción de la Actividad



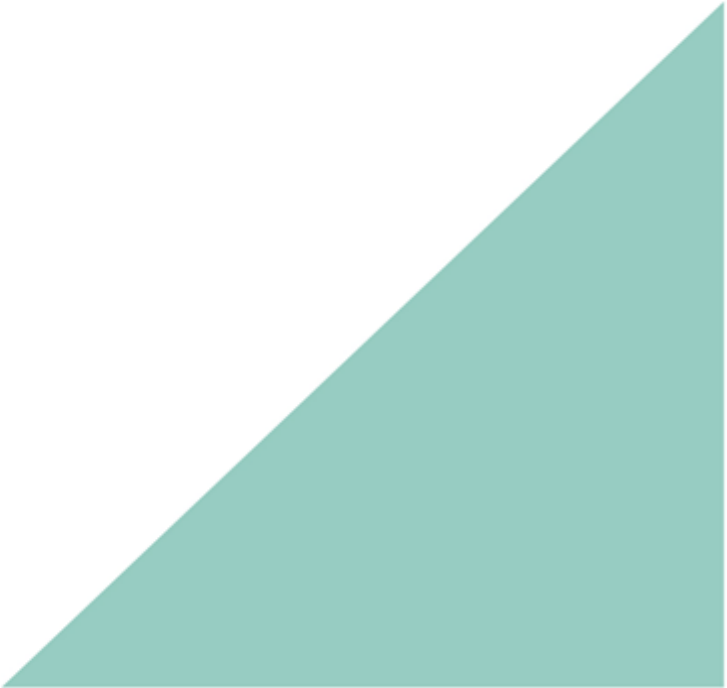
Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben verificar los recursos especiales que requieran las tareas seleccionadas.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p><b>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con los participantes:</b></p> <p>Los participantes, de las tareas seleccionadas, deben verificar si las tareas seleccionadas, además requieren de recursos especiales para ejecutar.</p> <p>Revisar si requieren repuestos y si estos se encuentran en stock.</p> <p><b>Confeccionan un informe</b> entregable para su revisión.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos.

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas. Comentarios: Lo comentado anteriormente con respecto al tema de matriz de riesgos.



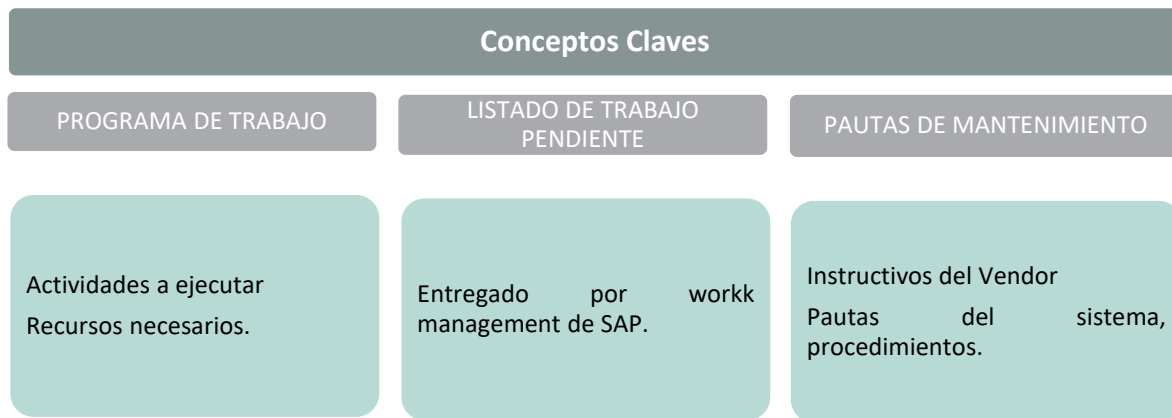
**MÓDULO:**  
**COORDINAR ACTIVIDADES DE  
MANTENIMIENTO**



## MÓDULO: COORDINAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

### 14. Plan de mantenimiento anual.

**Aprendizaje Esperado:** Seleccionar los trabajos de mantenimiento, que se deban establecer en un listado para un plan de trabajo. (back-log de notificaciones)

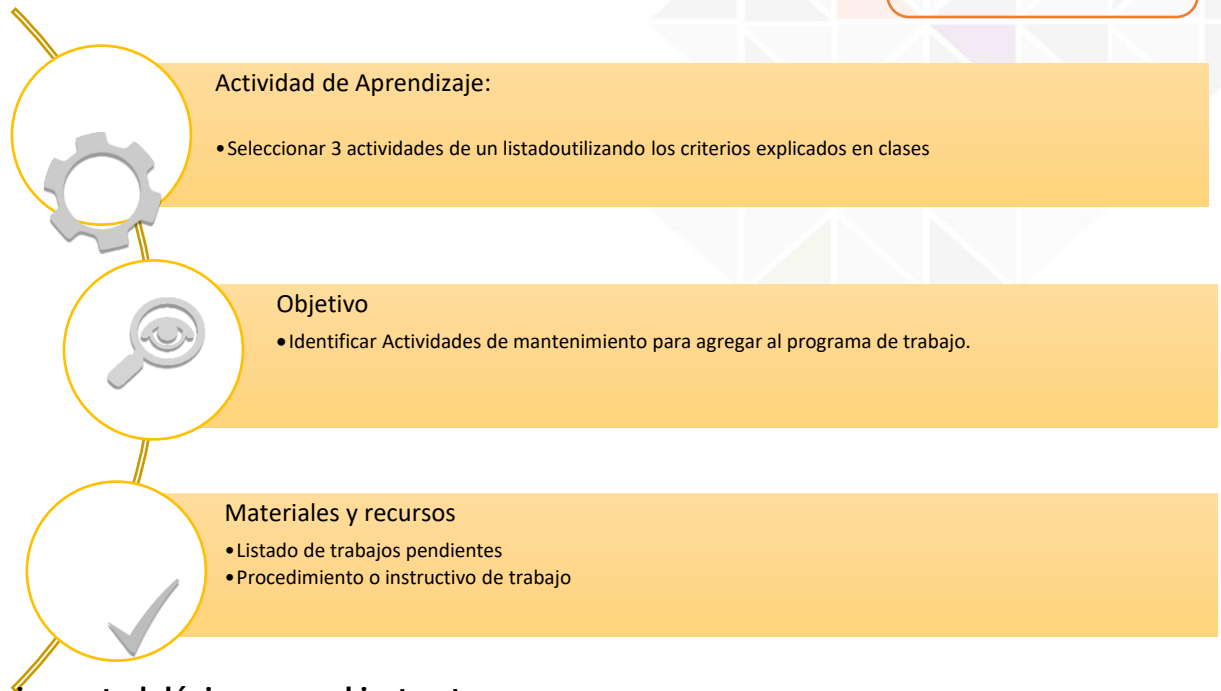


### Resumen de contenidos

Los programas de mantenimiento muestran las tareas y/o Actividades de Mantenimiento programadas con fecha exacta para su intervención, generalmente se realizan basados en un periodo, en equipos que necesitan intervenciones en intervalos cortos de tiempo, muchos programas reflejan además todos los recursos necesarios para la ejecución de la tarea, el tiempo de inicio y fin de cada actividad, los riesgos involucrados en cada tarea.

Las fuentes de obtención de las tareas y/o actividades son varias, Los criterios utilizados para la selección de actividades en el programa de trabajo periódico deben ser fundamentalmente aquellos que permitan la continuidad operacional del conjunto de equipos de la planta, así como también aquellos que permitan una confiabilidad y disponibilidad requeridas para el programa de producción.

Otra fuente de información para el programador, lo constituye la notificación o el aviso del sistema, donde vienen descritos los recursos y herramientas asociadas a la tarea, y cuando existe se asocia una tasklist (en sap) con mayor información.



### Estrategias metodológicas para el instructor:

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

### Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES



### Inicio

Los participantes, guiados por el instructor, revisan un listado de trabajos pendientes (back log) y seleccionan tres tareas para el programa de la semana siguiente.

Deben de seleccionar aquellas tareas que tienen un instructivo del vendedor. (Indicado en el listado)

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

Desarrollo de la actividad

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de selección de las actividades
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten el ejercicio, y facilita la lista de trabajos pendientes, además de indicar si tiene pautas la actividad.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en un archivo.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

### Cierre de la actividad

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- **Programa de trabajo**
- **Listado de trabajos pendientes**
- **Pautas de mantenimiento**

**Duración de la actividad**

50 minutos.





## RESUMEN

Generalmente las actividades tienen asociado directamente (por sistema), una pauta o task list, por otro lado, ejecución tiene procedimientos para efectuar las actividades, pero en caso de que no existan los documentos mencionados, el programador debe de especificar la confección de un AST.

## 15. Matriz de riesgo de Mantenimiento.

**Aprendizaje Esperado:** Identificar actividades a verificar en terreno.

### Conceptos Claves

#### MEDIDAS DE CONTROL DE RIESGOS

Indicar el programa de trabajo, los riesgos y sus controles de acuerdo a la matriz de riesgos del área.

#### PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Recomendar el uso de procedimiento (si lo indica la matriz de riesgos), para ejecución del trabajo.  
Recomendar uso de AST.

#### COMPETENCIAS DEL EQUIPO DE TRABAJO

Conocimiento teórico prácticos.

### Resumen de contenidos

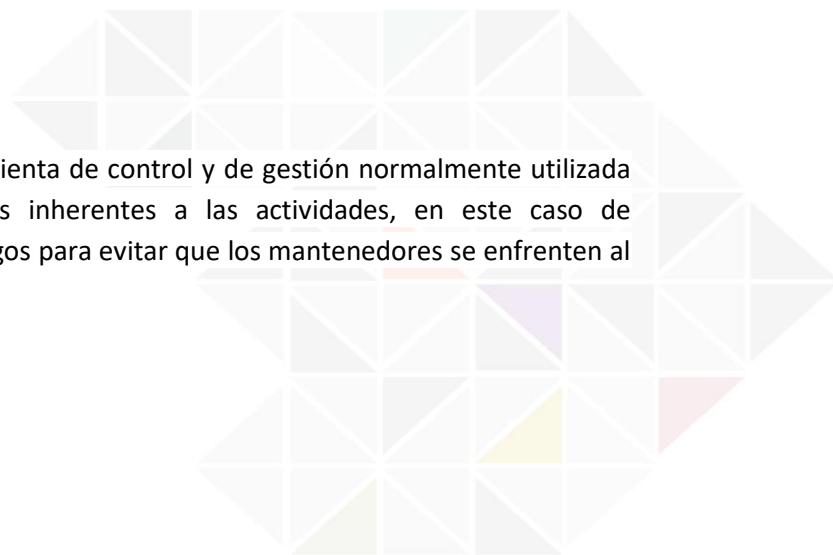
Toda actividad humana, por muy simple que sea, conlleva un riesgo, ya que la actividad exenta de ello representa la inmovilidad total. Si todos nos quedamos en nuestros hogares haciendonada y se detuviese toda actividad productiva y de servicios, aun así existiría el riesgo, menor pero existiría, por lo cual el riesgo cero no es posible.

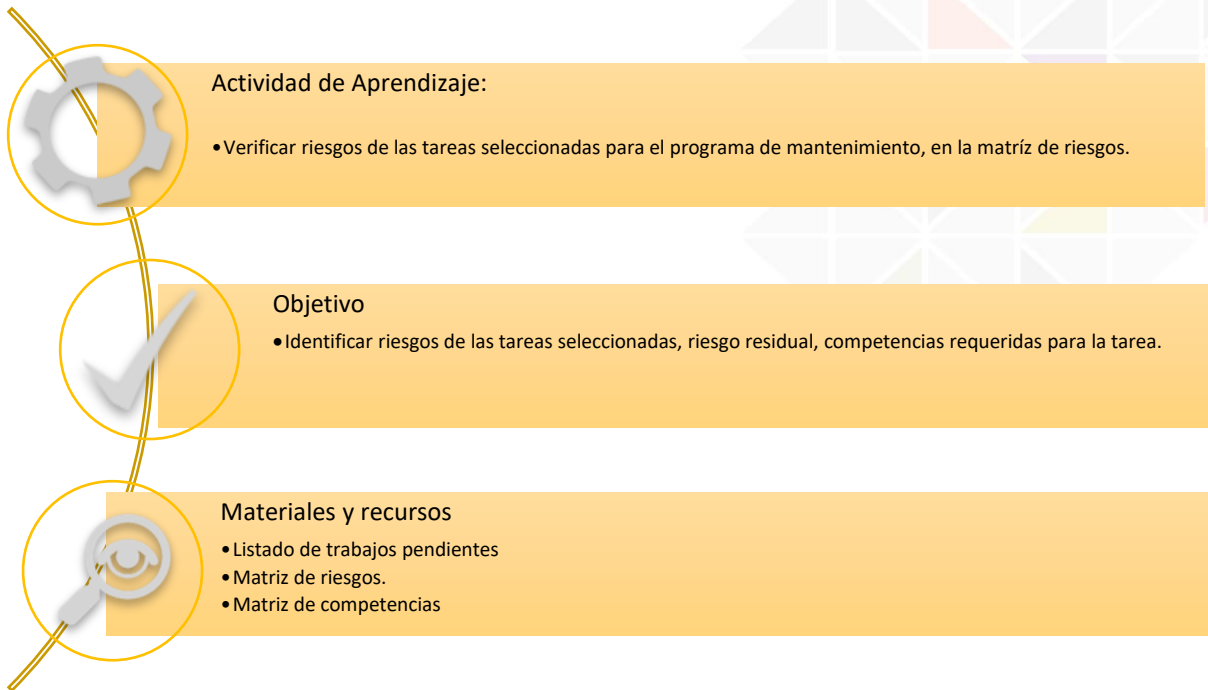
Definimos el riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o exposición peligrosa, y la severidad de la lesión o enfermedad que puede ser causada por el evento o exposición. También corresponde a la probabilidad de que un peligro, existente en una actividad determinada durante un período definido, ocasione un incidente con severidades factibles de ser estimadas.

Afortunadamente, se está produciendo en el último tiempo un cambio de visión en la gestión de los riesgos, basada en la identificación, monitoreo, control, medición y divulgación de los mismos, todo a través de la “matriz de riesgos”, ya que gestionar eficazmente los riesgos para garantizar resultados concordantes con los objetivos estratégicos de la organización, se está constituyendo en uno de los mayores retos.

La Matriz de Riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización.

Una matriz de riesgos constituye una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar, el tipo y nivel de riesgos inherentes a las actividades, en este caso de mantenimiento, y los controles de estos riesgos para evitar que los mantenedores se enfrenten al riesgo puro de las tareas.





### Estrategias metodológicas para el instructor:

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

### Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

Los participantes, guiados por el instructor, deben verificar los riesgos de la tarea, los controles para los riesgos, revisar las competencias requeridas para ejecutar la tarea. (Utilizando la matriz de riesgos u otra fuente)

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de selección de las actividades
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten el ejercicio, y facilita la matriz de riesgos y de competencias.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en un archivo.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- **Control de riesgos**
- **Procedimientos de trabajo**
- **Competencias**

**Duración de la actividad**

60 minutos.

An orange circle containing the word "RESUMEN".

## RESUMEN

Es importante que el programador conozca y menciones los riesgos de las tareas programadas, de modo que el ejecutor aplique los controles de estos al ejecutar.

## 16. Revisión de un plan de recursos compartidos, para verificar disponibilidad de equipos móviles

**Aprendizaje Esperado:** Seleccionar información relevante para la asignación de recursos humanos y materiales a las actividades de mantenimiento.

### Conceptos Claves

#### RECURSOS COMPARTIDOS

Recursos que son utilizados transversalmente por otras áreas de la cia.

#### STOCK DE REPUESTOS

Conocer el SIA que administra el proceso de mantención.

### Resumen de contenidos

Hemos indicado que en toda organización de mantenimiento, existen restricciones presupuestarias, con el objetivo de mantener bajos los costos generales de mantención.

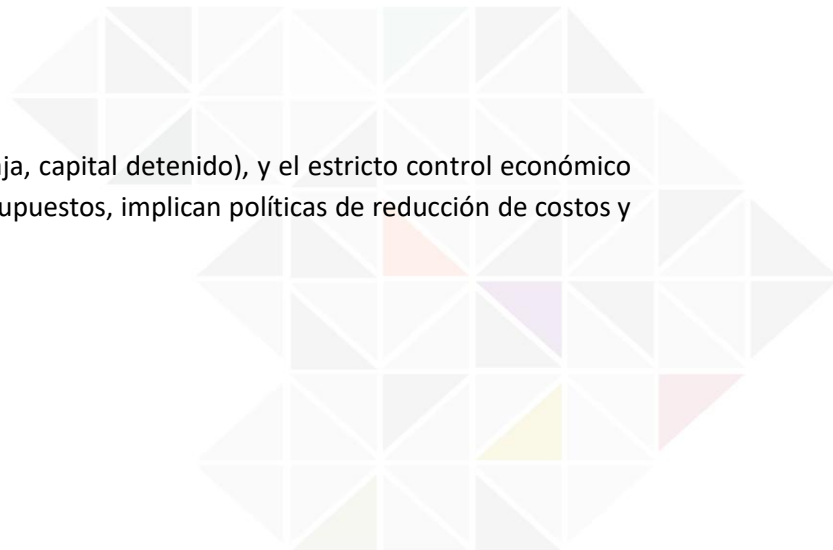
Los recursos de mantención, como: Grúas móviles, camiones, camiones plumas articulados y telescópicos, grúas horquillas, man-lift, side boom, etc. Son equipos demasiado caros para contratarlos o comprarlos y tenerlos sub utilizados en una sola área, por lo que las organizaciones productivas los adquieren o contratan estos servicios para atender varias áreas.

Generalmente, en las organizaciones existe un área (gerencia de servicios operacionales por ej.) que los administra y genera un programa de estos recursos.

Los dos objetivos principales de un área de mantenimiento, son los costos y la disponibilidad de equipos para cumplir con el programa de mantenimiento.

Los costos más importantes del departamento de mantenimiento, lo constituye el consumo de repuestos. (Aprox. 75% repuestos, 25% recursos).

Por otro lado, el efecto financiero (flujo de caja, capital detenido), y el estricto control económico que las organizaciones realizan sobre los presupuestos, implican políticas de reducción de costos y por ende de reducción de stock de repuestos.





## ACTIVIDAD



### Actividad de Aprendizaje:

- Los participantes, guiados por el instructor, deben verificar los recursos especiales que requieran las tareas seleccionadas. (recursos del plan de recursos compartidos)



### Objetivo

Comprender que se debe de verificar este tipo de recursos, para seleccionar las actividades para el programa de trabajo. (si no existe un plan de recursos compartidos, se debe considerar arriendo de los equipos necesarios)



Materiales y recursos Cuaderno del participante

PC y proyector

Acceso a Internet

Plan de recursos compartidos

### Estrategias metodológicas para el instructor:

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

### Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

Los participantes, guiados por el instructor, deben verificar los recursos especiales que requieran las tareas seleccionadas.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

Organizados en grupo o individual:

- D) El instructor refuerza El concepto de recursos compartidos
- E) El instructor solicita a los participantes que ejecuten el ejercicio, y facilita el modelo de plan de recursos compartidos
- F) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en un archivo.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- **Recursos compartidos.**
- **Stock de repuestos.**

**Duración de la actividad**  
60 minutos.

## RESUMEN

Es importante que el programador conozca los recursos requeridos para ejecutar la tarea, aunque este conocimiento debe de entregarlo el supervisor de ejecución, el programador debe dar a conocer la disponibilidad de estos.

### Comentarios:

Una de las actividades transversales de este módulo, es: *la enseñanza de la matriz de riesgos de un área, esta metodología debe ser conocida por todos los supervisores de un área, de mantención:*

- Ingeniero de confiabilidad
- Ingeniero de ejecución de mantención
- Ingenieros de planificación.

Esto no existe en los módulos indicados en la base documental.

Para que el alumno demuestre que entiende lo que es una matriz de riesgos, debe:

- Ser evaluado en: (KPI)
- Concepto de MR Matriz de riesgos
- Evaluación del riesgo
- Riesgo Puro
- Riesgo residual
- Controles recomendados



**MÓDULO:**  
**INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE  
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

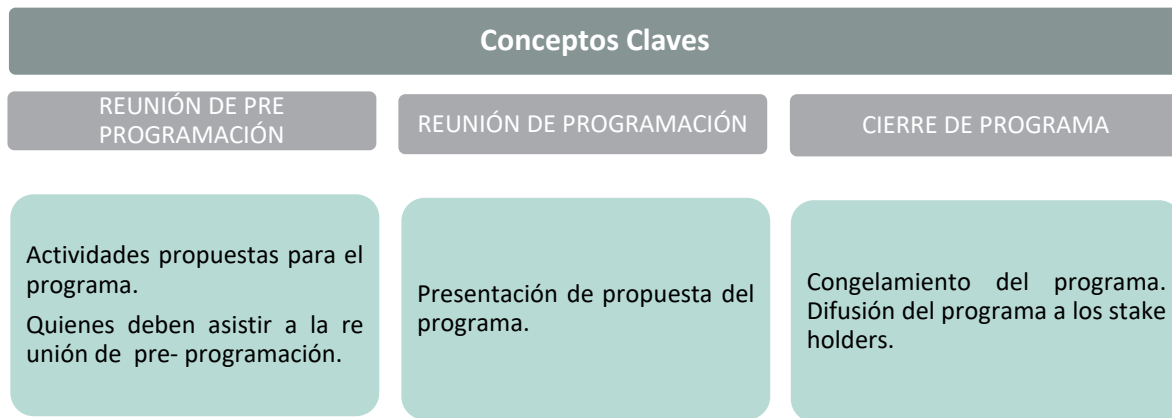


## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

### 17. Reunión de pre programación

#### Aprendizaje esperado:

Distinguir actividades que se ejecutarán en el programa de mantenimiento utilizando el criterio de continuidad operacional.



#### Resumen de contenidos:

Sobrevivir en un mercado altamente competitivo como el actual, requiere de mucho esfuerzo por parte de todo el recurso humano de una organización; desde la alta dirección, hasta los operadores; requiere también, del ingenio de estrategias contundentes que logren la captación de clientes potenciales, y más aún de estrategias que busquen la satisfacción continua de las necesidades de los clientes actuales. Es por todo lo anterior, que las organizaciones día a día buscan implementar acciones que apunten al logro de los objetivos propuestos. Estas acciones deben implementarse en todas las áreas funcionales de ésta, de tal forma que haya sinergia y se obtengan buenos resultados. Sin duda alguna, todas estas acciones traen consigo, la utilización de tecnología, representada en una mayor mecanización de los procesos productivos, que exige un gran esfuerzo del personal encargado de mantener en buen estado los activos usados para el desarrollo de las actividades de producción de la organización. Justo en este momento, adquiere mayor importancia el área de mantenimiento, debido a que es el responsable de la conservación en buen estado, de los activos de producción.

Surge entonces la necesidad de implementar un tipo de mantenimiento acorde a las necesidades y que permita el logro de los objetivos planteados en el tiempo previsto, cumpliendo con el plan de producción y entregando un servicio de mantenimiento de activos de clase mundial (world class).

Por medio del mantenimiento de los activos de producción, se logra la reducción de fallas, que podrían ocasionar retrasos en las actividades de la empresa, además se maximiza la utilización, la disponibilidad y se logra aumentar la confiabilidad.

En el programa de mantenimiento, se deberán tener en cuenta, no sólo los aspectos técnicos, sino también los relacionados a la gestión y organización, considerando factores económicos, de seguridad y medio ambiente. La necesidad del mantenimiento se basa en que, la normal operación de los activos implica desgastes y deterioros inherentes a esta operación durante su vida útil, que, si no se mantienen, o se eliminan, impacta en el rendimiento disminuyendo su vida útil y funcionalidad, lo que a su vez conlleva a que se vea afectado el logro de los objetivos de una organización.

Por otra parte, por medio de la implementación de este programa de mantenimiento, se les brinda mayor seguridad a los operadores de las maquinas al momento de maniobrarlas; este es uno de los principales objetivos de este tipo de mantenimiento, reduciendo así los índices de accidentalidad en la empresa. Un programa de mantenimiento preventivo, es definitivamente una herramienta de gestión de activos efectiva.

En orden de implementar el programa, la gerencia de operaciones y de mantenimiento, deben de establecer 2 reuniones que debe liderar planificación.

Una de estas es la de pre programación, donde el programador hace una propuesta del programa y sus actividades, obtenidas de acuerdo a la estrategia de mantenimiento implementada, al backlog de órdenes de trabajo, a las notificaciones existentes en el sistema, las cuales una vez acordadas son transformadas en órdenes de trabajo.

Los imprevistos de urgencia, generalmente los administra el supervisor, y no son programados, solo ejecutados (Imprevistos que involucran condiciones de seguridad para las personas y para los activos).

En esta reunión, el planificador, presenta también, los recursos que tendrá ejecución, para el desarrollo del programa, recursos humanos, recursos compartidos, herramientas especiales etc.

A continuación, se enumeran algunos puntos que la propuesta del programa de mantenimiento no puede omitir:

Tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.

Fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.

Indicar y acordar el tiempo previsto en que los equipos van a estar disponibles para mantención.

Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento

Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento.

Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén

Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.

Planos, diagramas, información técnica de equipos.

Plan de seguridad frente a imprevistos.

Riesgos de las actividades que contiene la propuesta de programa, y sus controles.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Metodología de confección de agenda de reunión de pre programación.

- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### Objetivo

- Estimar datos de equipos o sistemas dentro del área de trabajo.

### Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones



## Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben de confeccionar una agenda de una reunión de pre programación, detallando a que niveles de la organización invitarían, las actividades relevantes de esta reunión. (Justificar el detalle los cargos de las personas que serán invitadas).</p> <p>También deberán detallar las actividades relevantes de esta reunión.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con los participantes:</p> <p>Los participantes generarán una agenda de estas reuniones donde se incluirán los cargos de las personas que invitaran (ej.: jefe de área de operaciones, jefe de área de mantención, etc.)</p> <p>Los participantes, deben indicar cuáles son las actividades relevantes de ambas reuniones por separado.</p> <p>Los participantes elegirán una persona que expondrá el trabajo a los otros equipos de trabajo.</p> <p>Confeccionan un informe entregable para su revisión.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
	Tiempo: 60 minutos

## 18. Herramientas ofimáticas

### Aprendizaje Esperado:

Definir el proceso de confección de informes de la gestión de actividades de mantenimiento.

### Conceptos Claves

#### INFORME TÉCNICO

Documento que describe el estado de un problema técnico. Es la exposición de información práctica y útil.

#### ESTRUCTURA DEL INFORME

Introducción.  
Desarrollo.  
Conclusiones.

### Resumen de contenidos:

El término ofimática proviene de la unión de los términos de oficina e informática. Trata la automatización de las actividades frecuentes de una oficina, con el uso de la informática. Las herramientas software utilizadas para automatizar estas actividades se denominan aplicaciones ofimáticas. El ámbito de uso de estas aplicaciones es muy amplio y su objetivo es cubrir las necesidades de la oficina de cualquier organización. Con el uso de estas aplicaciones, se consigue una productividad y una calidad de los trabajos difícilmente alcanzable utilizando medios manuales. En la actualidad, el 90% de las oficinas tiene instalados el sistema operativo Windows y la mayoría utiliza la suite ofimática Office. Es por ello, que las herramientas de Microsoft se han convertido en un estándar de facto en las oficinas.

**Bases de datos** Las suites ofimáticas suelen contener una herramienta para almacenar y gestionar datos organizados dentro de una base de datos. Estas bases de datos son de prestaciones reducidas, orientadas a entornos domésticos y PYMES. Por ejemplo, Microsoft en la suite Office proporciona la base de datos Access.

En este cuaderno, debido al nivel de los participantes, no nos enfocaremos al uso de estas herramientas, y supondremos que todos los asistentes a este curso son usuarios normales o avanzados de Microsoft office.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad:** Metodología de desarrollo de informe técnico

- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

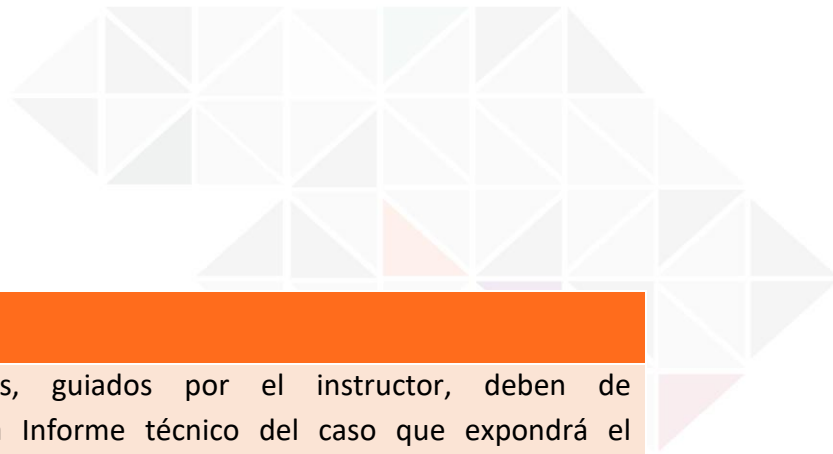
Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### Objetivo

- Estimar datos de equipos o sistemas dentro del área de trabajo.

### Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones



## Descripción de la Actividad

Etapas	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben de confeccionar un Informe técnico del caso que expondrá el profesor de una falla en el área.</p> <p>El informe técnico, deberá, al menos contener las secciones sugeridas en esta clase.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor expondrá el caso para que los equipos lo entiendan y generen el informe.</p> <p>Cada equipo deberá entregar un informe técnico, indicando el nombre de los participantes.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
	Tiempo: 60 minutos

## 19. Matriz de competencias

### Aprendizaje Esperado:

Nombrar competencias de los integrantes del equipo de mantención, de acuerdo a la actividad de mantenimiento a ejecutar.

### Conceptos Claves

#### COMPETENCIAS DEL TRABAJADOR

##### Competencia.

Matriz de competencias de un área de trabajo.

Competencias / Tipos de trabajos de mantención.

#### EQUIPOS CRÍTICOS

Listado de equipos críticos del área. Elementos utilizados para la construcción del listado.

### Resumen de contenidos:

Competencia es el resultado de tres características combinadas: conocimiento, habilidad y actitud. Conocimiento es lo que sabemos, lo que aprendemos a lo largo de nuestras vidas; habilidad es la capacidad de colocar nuestro conocimiento en práctica y actitud es la pro actividad, el querer colocar nuestro conocimiento en práctica.

El equipo de mantenimiento debe de estar definido de acuerdo a los objetivos de la gerencia de mantención y por ende ser un apalancador de la planificación estratégica de la empresa.

El área de mantenimiento debe tener definida estas competencias para su equipo de mantención, y con esta definición se debe confeccionar una matriz de doble entrada donde estén listadas las competencias y por otro lado el nombre del trabajador.

Esto facilita al programador verificar si existen competencias en el área para realizar una tarea con personal propio, o si debe de contratar un servicio externo para realizar una tarea.

También esta matriz facilitará el requerimiento de capacitación para el área de mantenimiento.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad: Matriz de competencias y listado de equipos críticos

- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### Objetivo

- Reforzar la importancia de conocer las competencias del equipo de mantenimiento para realizar las tareas programadas.

### Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones

## Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben de responder las preguntas formuladas respecto del tema.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor expondrá las preguntas para que los equipos las entiendan y las respondan.</p> <p>¿Indique qué tipo de certificación deben de tener los técnicos instrumentistas que ejecutarán las tareas seleccionadas anteriormente?</p> <p>R: Al menos deben de contar con una certificación de competencias en electricidad de baja tensión (BT). (certificado emitido por una OTEC competente en el tema)</p> <p>¿explique por qué los ejecutores de estas tareas deben estar certificados?</p> <p>R:La certificación asegura que los técnicos son competentes en tareras donde exista energía de baja tensión (muchas veces deben de hacer pruebas en sistemas energizados), por lo que la exposición al riesgo disminuye, y por lo tanto baja la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado (accidente)</p> <p>Por otro lado, la empresa contratante (de la persona, o del servicio) debe tener trazabilidad de que contrató personal competente.</p> <p>Cada equipo deberá entregar sus respuestas por escrito, indicando el nombre de los participantes.</p>

	<p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
	<p>Tiempo: 60 minutos</p>



## 20. Matriz de riesgo de mantenimiento

### Aprendizaje Esperado:

Identificar acciones para contrarrestar desviaciones durante la ejecución del trabajo.

### Conceptos Claves

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

RIESGO RESIDUAL

Competencias del equipo de trabajo.

Instrucciones técnicas y de seguridad.

Riesgo tolerado por la organización.

Conocimientos teóricos, prácticos (habilidad) y actitud frente a las diferentes tareas de un equipo de mantenimiento.

### Resumen de contenidos:

Toda actividad humana, por muy simple que sea, conlleva un riesgo, ya que la actividad exenta de ello representa la inmovilidad total. Si todos nos quedamos en nuestros hogares haciendo nada y se detuviese toda actividad productiva y de servicios, aun así, existiría el riesgo, menor, pero existiría, por lo cual el riesgo cero no es posible.

Definimos el riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o exposición peligrosa, y la severidad de la lesión o enfermedad que puede ser causada por el evento o exposición. También corresponde a la probabilidad de que un peligro, existente en una actividad determinada durante un período definido, ocasione un incidente con severidades factibles de ser estimadas.

Afortunadamente, se está produciendo en el último tiempo un cambio de visión en la gestión de los riesgos, basada en la identificación, monitoreo, control, medición y divulgación de los mismos, todo a través de la “matriz de riesgos”, ya que gestionar eficazmente los riesgos para garantizar resultados concordantes con los objetivos estratégicos de la organización, se está constituyendo en uno de los mayores retos.

La Matriz de Riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización.

Una matriz de riesgos constituye una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar, el tipo y nivel de riesgos inherentes a las actividades, en este caso de mantenimiento, y los controles de estos riesgos para evitar que los mantenedores se enfrenten al riesgo puro de las tareas.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad:** Matriz de riesgos y procedimientos de trabajo



- **Estrategia Metodológica**  
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.
- **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	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

### Objetivo

Comprender qué actividades se deben de seleccionar de un programa de trabajo, para comparar el estándar técnico y de seguridad con respecto a lo que se está ejecutando en terreno.

### Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones

## Descripción de la Actividad

Etapas	Especificaciones
Inicio	<p>Los participantes, guiados por el instructor, deben de seleccionar de un programa de trabajo, al menos una actividad de competencia de técnicos electricistas-instrumentistas, para verificar en terreno, e indicar qué van a observar respecto a aspectos técnicos y de seguridad.</p> <p>Forman grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor expondrá el caso para que los equipos lo entiendan y generen el informe.</p> <p>Cada equipo deberá entregar un informe técnico , indicando el nombre de los participantes.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p> <p>Los resultados son revisados y comentados por el instructor.</p> <p>Se da término a la actividad.</p> <p>Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.</p>
	Tiempo: 60 minutos

### **Comentarios:**

El tema transversal en este módulo es: herramientas ofimáticas.

Cada supervisor (ejecución, planificador, Ingenieros)

Deben tener un conocimiento avanzado en:

- Excel
- Word
- Ppoint
- Base de datos Access.

Los dpi son las notas de aprobación estándar de los cursos.



**MÓDULO:**  
**PROGRAMAR ACTIVIDADES DE  
MANTENIMIENTO**

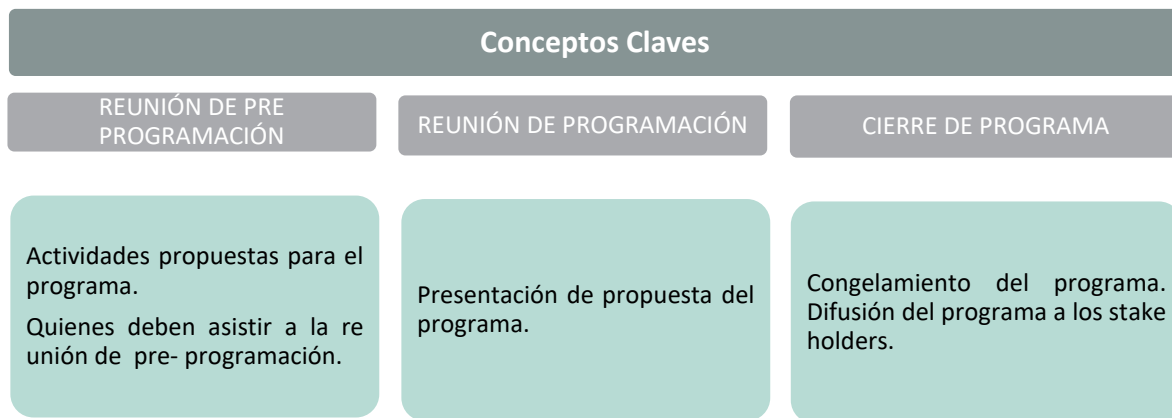


## MÓDULO: PROGRAMAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

### 21.Reunión de pre programación

#### Aprendizaje Esperado:

Describir actividades que se ejecutarán en el programa de mantenimiento utilizando el criterio de continuidad operacional.



#### Resumen de contenidos

En orden de implementar el programa, la gerencia de operaciones y de mantenimiento, deben de establecer 2 reuniones que debe liderar planificación.

Una de estas es la de pre programación, donde el programador hace una propuesta del programa y sus actividades, obtenidas de acuerdo a la estrategia de mantenimiento implementada, al backlog de órdenes de trabajo, a las notificaciones existentes en el sistema, las cuales una vez acordadas son transformadas en órdenes de trabajo.

Los imprevistos de urgencia, generalmente los administra el supervisor, y no son programados, solo ejecutados (Imprevistos que involucran condiciones de seguridad para las personas y para los activos).

En esta reunión, el planificador, presenta también, los recursos que tendrá ejecución, para el desarrollo del programa, recursos humanos, recursos compartidos, herramientas especiales etc.

A continuación, se enumeran algunos puntos que la propuesta del programa de mantenimiento no puede omitir:

Tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.

Fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.

Indicar y acordar el tiempo previsto en que los equipos van a estar disponibles para mantención.

Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento

Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento.

Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén

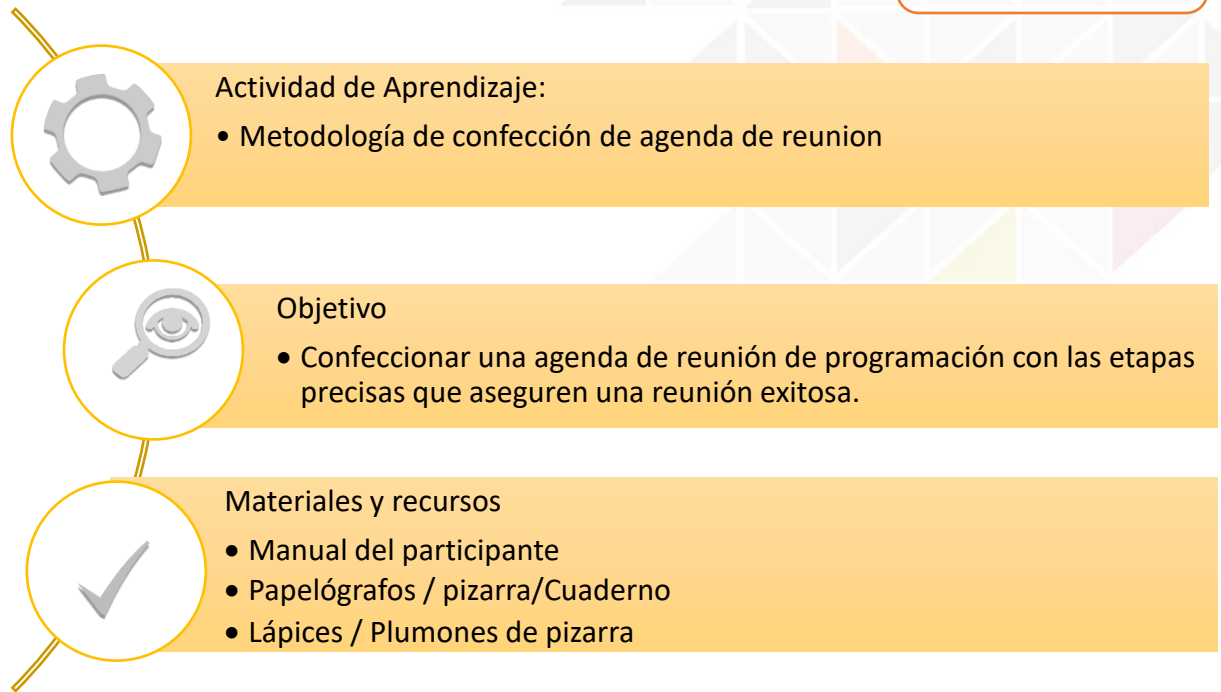
Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.

Planos, diagramas, información técnica de equipos.

Plan de seguridad frente a imprevistos.

Riesgos de las actividades que contiene la propuesta de programa, y sus controles.





### Estrategias metodológicas para el instructor:

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

### Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES



### Inicio

Los participantes, guiados por el instructor, deben confeccionar una agenda de una reunión de pre programación, detallando a que niveles de la organización invitarían, las actividades relevantes de esta reunión. (Justificar el detalle los cargos de las personas que serán invitadas).

También deberán detallar las actividades relevantes de esta reunión.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).

### Desarrollo de la actividad

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de confección de la agenda y la importancia de que sea ejecutada con los requerimientos entregado (al menos)
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten las siguientes actividades:
  - Los participantes generarán una agenda de esta reunión donde se incluirá los cargos de las personas que invitaran (ej.: jefe de área de operaciones, jefe de área de mantención, etc.)
  - Los participantes, deben indicar cuáles son las actividades relevantes de la reunión.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en un archivo. (se solicitará un equipo voluntario que exponga sus resultados para discutirlos en equipo).
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

Datos para realizar Ejercicio 1:

Suponer que esta reunión de pre programación se realiza todos los lunes de cada semana, para generar posteriormente la reunión de programación, donde los superintendentes aprueban el programa y este queda congelado.

El horizonte de programación es de siete días, o sea que este programa se ejecutará a partir del lunes de la próxima semana (semanal).

### **Cierre**

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

Inferir los términos de esta agenda hacia la reunión de programación y sus actividades de acordar y congelamiento de este.

**Duración de la actividad**

90 minutos.

### **RESUMEN**

La agenda es el comienzo de la reunión, y cobra importancia, que en esta se encuentre el personal requerido, el programador debe de estar atento para realizar una reunión ejecutiva y encausarla a los objetivos y temas relacionados con la programación.

## 22. Metodología de desarrollo de informes técnicos.

### Aprendizaje Esperado

Confeccionar informes de gestión de mantenimiento.

### Conceptos Claves

#### INFORME TÉCNICO

Documento que describe el estado de un problema técnico. Es la exposición de información práctica y útil.

#### ESTRUCTURA DEL INFORME

Introducción.  
Desarrollo.  
Conclusiones.

### Resumen de contenidos

Normalmente, como su nombre lo indica, el informe técnico es un documento que describe el estado de un problema técnico. Es la exposición de información práctica y útil, de datos y hechos dirigidos, ya sea a una persona, una empresa u organización, sobre una cuestión o asunto que debe ser reportada. En otras palabras, se utiliza para informar sobre las acciones que se han realizado en el cumplimiento del trabajo encomendado. Por ello, a la hora de redactarlo, es importante tomar en cuenta sobre qué se va a escribir, quién lo va a leer y qué uso se le dará.

El informe técnico es una herramienta poco utilizada en el medio académico. Sin embargo, en algunas áreas de estudio como la ingeniería o las ciencias se utiliza como método de análisis o para reportar aspectos técnicos de un tema o problema específico y generar posibles soluciones. En otras palabras, la función en el ámbito académico del informe técnico es presentar sobre problemas técnicos y proponer soluciones. Finalmente, es importante mencionar que los estándares o las especificaciones del informe técnico varían de acuerdo con las disciplinas.

El informe técnico debe contener la información necesaria para que un receptor calificado pueda evaluar la situación, proponer cambios y dar recomendaciones. La estructura debe facilitar el seguimiento, el análisis y la comprensión del mismo, siendo clara y de rápida elaboración.


**Actividad de Aprendizaje:**

- Metodología de desarrollo de informe técnico


**Objetivo**

- Confeccionar un informe técnico de un caso.


**Materiales y recursos**

- Manual del participante
- Papelógrafos / pizarra/Cuaderno
- Lápices / Plumones de pizarra
- Computador

**Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

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

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

Los participantes, guiados por el instructor, deben de confeccionar un informe técnico de un caso que planteará el instructor

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

#### Caso a plantear:

A las 23 horas del 15 de octubre del 2017, sucedió que se quemó uno de los motores propulsores de la correa 15 del shiploader que carga el barco con concentrado, personal de mantenimiento electricista comprueba que el motor estaba a tierra, e indica que se debe de cambiar. (El motor del lado derecho)

#### Antecedentes:

- No se encontró exactamente el motor de repuesto, el que se montó, no tenía el freno, hubo que desmontar el freno del motor quemado.
- El calado aéreo de la nave, superaba el calado aceptado para el shiploader. (20 mts, y el máximo debe de ser 14), esto obligó a trabajar con la pluma de la correa en un mayor ángulo. (operaciones, solicitó modificar la posición del limit switch)
- Mientras estaba en operación, la correa cae por “resbalamiento”, y queda detenida con carga.
- Para poder poner en servicio la correa, se le dio 5 partidas en un lapso de 30 minutos, hasta que falló.
- No se puede limpiar la correa, debido a que existe riesgo de contaminar el mar con concentrado, debe de reiniciarse el carguío con la correa cargada, y descargar en la bodega del barco.
- El shiploader estuvo detenido, por 24 horas por lo que hubo que pagar multas por demurrage, que incluye costos por sobre estadía de la nave. (desde las 00 horas del día de la falla hasta las 00 horas del otro día)
- Finalmente, el equipo queda en servicio, sin el freno del motor, debido que el que se retiró del motor quemado, estaba en malas condiciones (la bobina quemada), una vez que el freno se montó en el nuevo motor este no salía debido a que el freno no se abría al momento de energizar).

Ud. es el jefe de turno esa noche del fallo, y nuevamente, a las 20:00 horas toma el turno y el equipo continúa fuera de servicio, luego lo entrega a operaciones, a las 00 horas, y antes de que termine su turno, debe confeccionar un informe técnico que contenga las tres partes fundamentales enseñadas: Introducción, desarrollo, conclusiones, y enviarlo al superintendente de mantenimiento, superintendente de planificación y de confiabilidad.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de confección del informe, explica y aclara consultas del caso.
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten las siguientes actividades:
  - Los participantes generarán un informe técnico en relación con el caso planteado.
  - Los participantes, deben indicar en el reporte las causas o causa del fallo a modo de un pre análisis, dado que después el ingeniero de confiabilidad deberá liderar un RCA (análisis de causa raíz del fallo).
  - También deben incluir un plan de acción de corto plazo para evitar una repetición del evento.
- C) Los participantes deben entregar al instructor el informe, en un archivo Word. (se solicitará un equipo voluntario que exponga sus resultados para discutirlos en equipo.  
Las suposiciones que hagan los estudiantes para confeccionar el informe, deben de ser consideradas por el instructor.

#### Cierre

- Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
- Se da término a la actividad.
- Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### RESUMEN

Los profesionales del mantenimiento, siempre tendrán que hacer informes técnicos de eventos y situaciones.

Muchas empresas tienen un formato establecido para esto en sus manuales de mantención.

Lo indicado para construir un informe de este tipo, es lo mínimo que debe contener.

Informes demasiados extensos no son leídos.

## 23. Matriz de competencias y listado de equipos críticos.

### Aprendizaje Esperado

Seleccionar competencias de los integrantes del equipo de mantención, de acuerdo a la actividad de mantenimiento a ejecutar

### Conceptos Claves

#### COMPETENCIAS DEL TRABAJADOR

Competencia.

Matriz de competencias de un área de trabajo.

Competencias / Tipos de trabajos de mantención.

#### EQUIPOS CRÍTICOS

Listado de equipos críticos del área. Elementos utilizados para la construcción del listado.

### Resumen de contenidos

Las competencias del equipo mantenedor son importantes debido a que estas son directamente proporcionales a la calidad de la ejecución y a la seguridad durante la ejecución del mantenimiento. De este modo este documento se convierte en uno importante para la gestión de selección del personal que participará en el equipo de mantenimiento de una tarea específica del programa, aunque la última distribución del recurso la hará la supervisión de ejecución en terreno.




**Actividad de Aprendizaje:**

- Responder las preguntas realizadas por el instructor


**Objetivo**

Resforzar la importancia de conocer las competencias del equipo de mantenimiento para realizar las tareas programadas.


**Materiales y recursos**

- Manual del participante
- Papelógrafos / pizarra/Cuaderno
- Lápices / Plumones de pizarra
- Computador

**Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

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

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
Formulación de Preguntas	x
Trabajo en Sala de Clases	x
Otros (especificar)	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

Los participantes, guiados por el instructor, deben de responder las preguntas que el instructor formulará, respaldando sus respuestas con los fundamentos y criterios expuestos en clases

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio).

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

Temas planteados para el análisis:

- Fundamente, si el contar con una matriz de competencias, y las certificaciones de las competencias de los trabajadores del equipo de mantención, tiene implicancia en la responsabilidad legal y penal del profesional, en caso de un accidente grave.
- Describa y comente la importancia de tener un conmutador operativo en el caso de dos equipos stand-by de una planta (puede imaginarse bombas del under de un espesador de relaves, cada bomba es capaz de realizar el 100% del trabajo requerido).

### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

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.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de matriz de competencias y del listado de equipos críticos.
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten las siguientes actividades:
  - Los participantes discuten y responden ambos temas planteados.
  - Los participantes, deben fundamentar sus respuestas.
- C) Los participantes deben entregar al instructor las respuestas en un archivo. (se solicitará un equipo voluntario que exponga sus resultados para discutirlos en equipo).
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

## RESUMEN

El contar con una matriz de competencias, y las certificaciones de estas, de cada trabajador impactan directamente en:

La calidad de la ejecución del trabajo.

La seguridad de la ejecución del trabajo.

El contar con un listado de equipos críticos actualizados, orienta al programador y a los asistentes de la reunión de programación a tomar decisiones más certeras respecto de las prioridades de la ejecución del trabajo.

## Comentarios:

El tema de informes técnicos también es transversal, debe ser dominado por toda la supervisión de mantenimiento, técnicos.

Los KPI para este tema es la nota estándar de evaluación.

## **Fuentes referenciales**

Cuaderno del Instructor. Cadena de Valor del Negocio Minero. CCM. 2015. CEIM.

Manual Introducción a la Metalurgia. Programa Operador Planta Minero Industrial. 2017. CEIM.

Cuaderno del Instructor. Planta de Fundición. MCM. 2016. CEIM.

Cuaderno del Instructor. Operador Base Planta N2. CCM. Versión AGO/2013. CEIM.

Página Web. Codelco Educa. Fundamentos de la Fundición.



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

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

