

Cuaderno de actividades del participante

Operador Base Planta

**Módulo V: Hidrometalurgia El Proceso de Electro
Obtención**

PFPCO-2-01/v.2-[PE01-M05/v.1]

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



Equipo Consejo Minero

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

Equipo Innovum Fundación Chile

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

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

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

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

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

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

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.**

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

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

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

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

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

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

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

Contribución del CCM

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

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



Para el sector minero:

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

Para las instituciones educativas:

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



Para la comunidad y el país:

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

Índice

Descripción del cuaderno de actividades	7
Actividad N° 1	8
Hidrometalurgia: El proceso de electro obtención.	8
Actividad N° 2	21
Parámetros y variables de operación del proceso de celdas de electro obtención.	21
Actividad N° 3	24
Riesgos asociados al proceso de electro obtención.	24
Actividad N° 4	28
El proceso de puente grúa en Electro obtención.	28
Actividad N° 5	35
Procedimientos de operación de cosecha de cátodos.	35

Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del Módulo 5 del programa **“Operador Base Planta”**, 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.

Actividad N° 1

Hidrometalurgia: El proceso de electro obtención.

El proceso de electro obtención

Descripción de la actividad

A través de una plataforma vía Internet el participante podrá experimentar y ver qué ocurre con la conductividad en metales, plásticos y fotoconductores.

Desarrollo

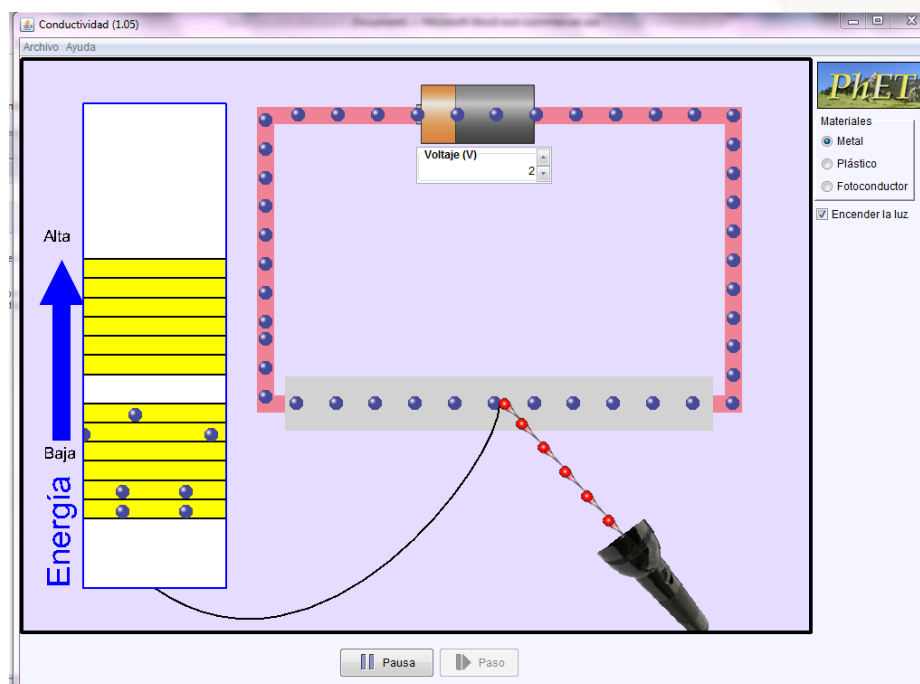
Los participantes en grupos trabajarán identificando la fuerza impulsora en un circuito y deberán experimentar para luego explicar la diferencia en el comportamiento en la conducción entre metales, plásticos y fotoconductores en términos de la diferencia en la estructura de los niveles de energía.

El participante podrá responder las siguientes preguntas:

- **¿Qué pasa al encender la luz cuando se tiene un metal como conductor y por qué?**

- **¿Qué pasa al usar el plástico como conductor?**

- **¿Qué sucede con los materiales fotoconductores?**



Campo magnético

Descripción de la actividad

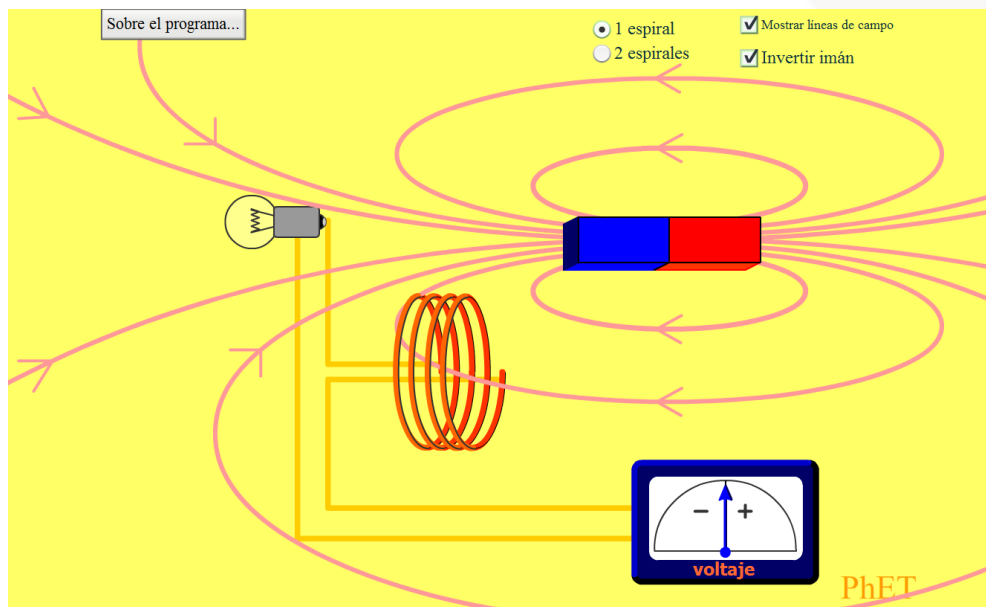
Los participantes a través de una simulación vía Internet podrán usar una barra de imán y bobinas para aprender sobre la ley de Faraday. Para esto deberán mover un imán cerca de una o dos bobinas para hacer que una ampolleta se encienda y observar las líneas de campo magnético. Un medidor muestra la dirección y la magnitud de la corriente.

Desarrollo

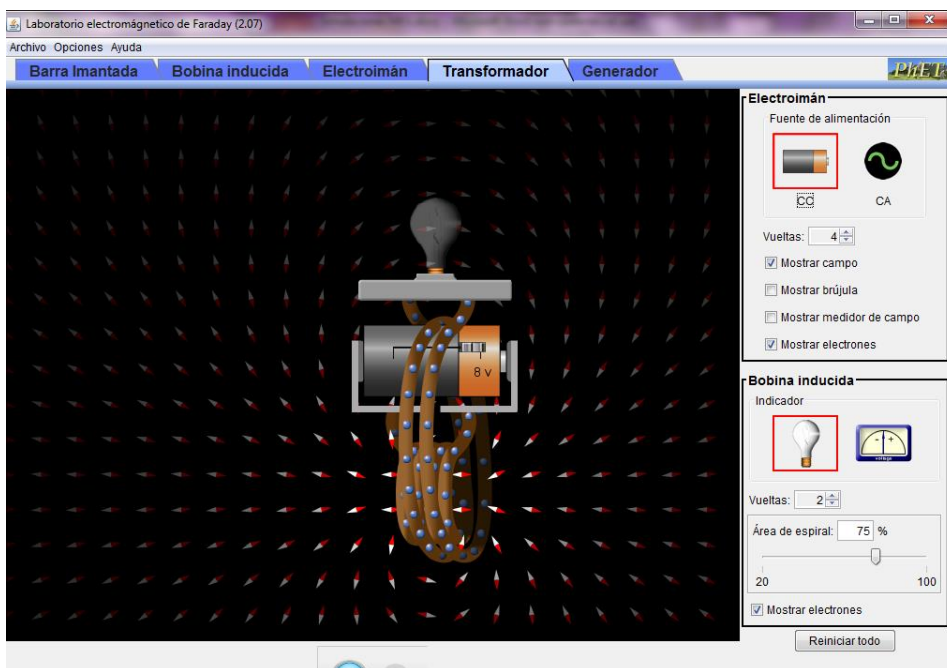
Los participantes deberán repasar los conocimientos relativos a la ley de inducción electromagnética o simplemente ley de Faraday, la cual establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera, con el circuito como borde.

Los participantes experimentan y observan lo mencionado a través de la simulación siguiente:

http://phet.colorado.edu/sims/faradays-law/faradays-law_es.html



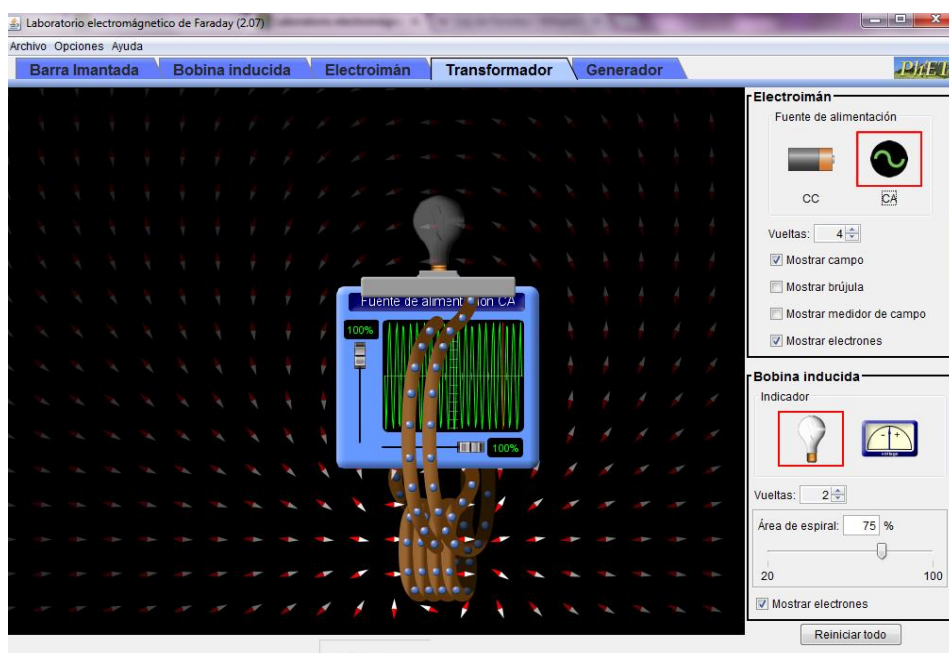
El instructor realizará una serie de ejercicios y deberán responder una serie de preguntas alusivo a lo visto y experimentado:

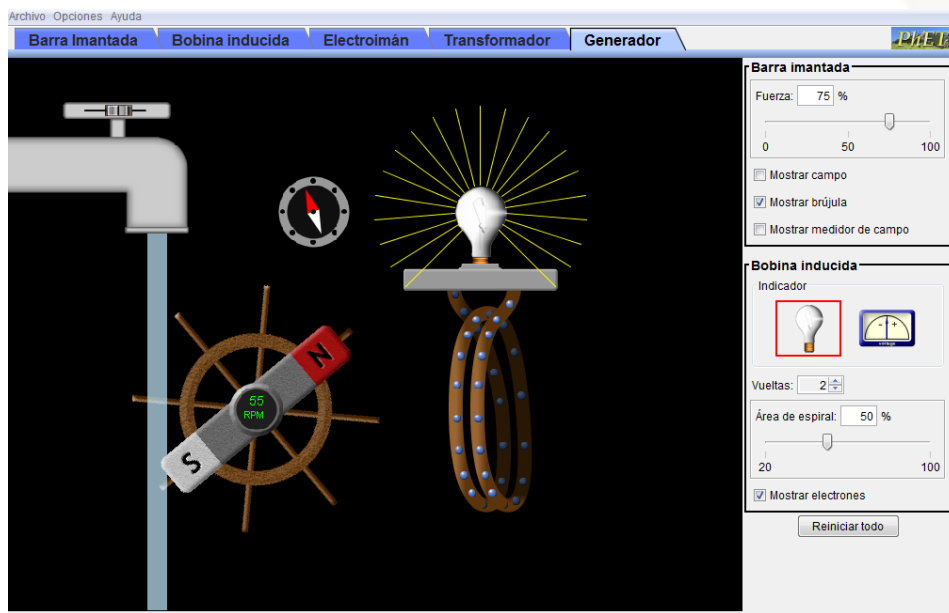


¿Qué sucede si no se mueve la batería por debajo de la bobina?

¿Qué pasa cuando cambiamos la polaridad en la batería?

¿Qué pasa cuando conectamos la fuente alterna y qué se debe lo sucedido?





¿Qué pasa cuando se enciende la llave de agua?

Corriente alterna y continua

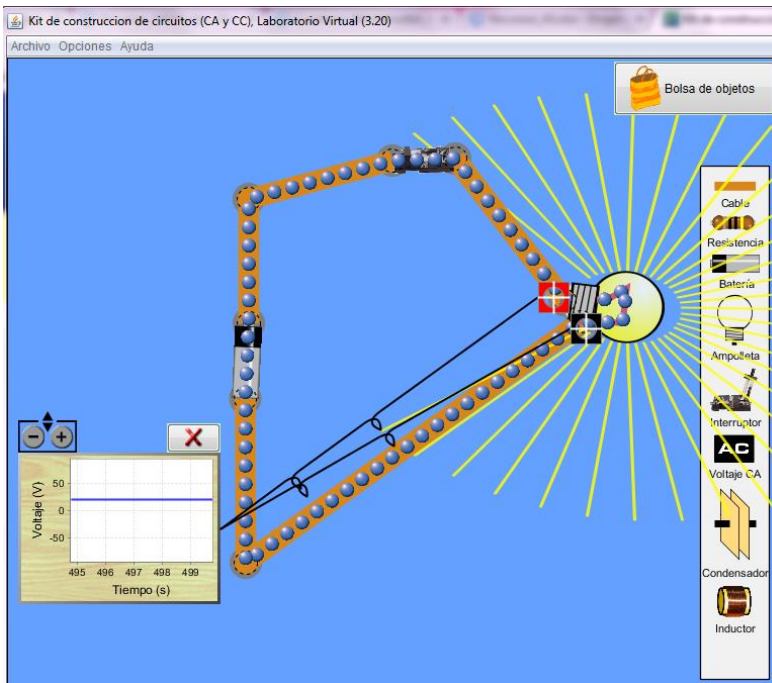
Descripción de la actividad

El instructor dividirá el curso en grupos o individualmente y realizarán trabajos de construcción de circuitos en una plataforma interactiva, con condensadores, bobinas, resistencias y fuentes de tensión de CA y CC. Utilizarán instrumentos de laboratorio tales como voltímetros y amperímetros.

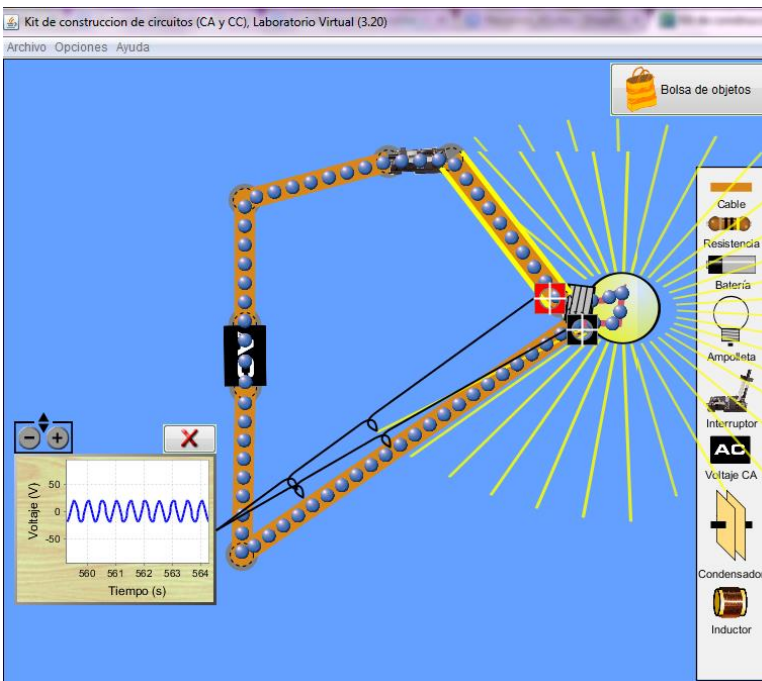
Desarrollo

La siguiente actividad los participantes podrán observar la diferencia entre CA y CC construyendo dos simulaciones y responder las preguntas que el instructor estime pertinente.

Corriente continua:

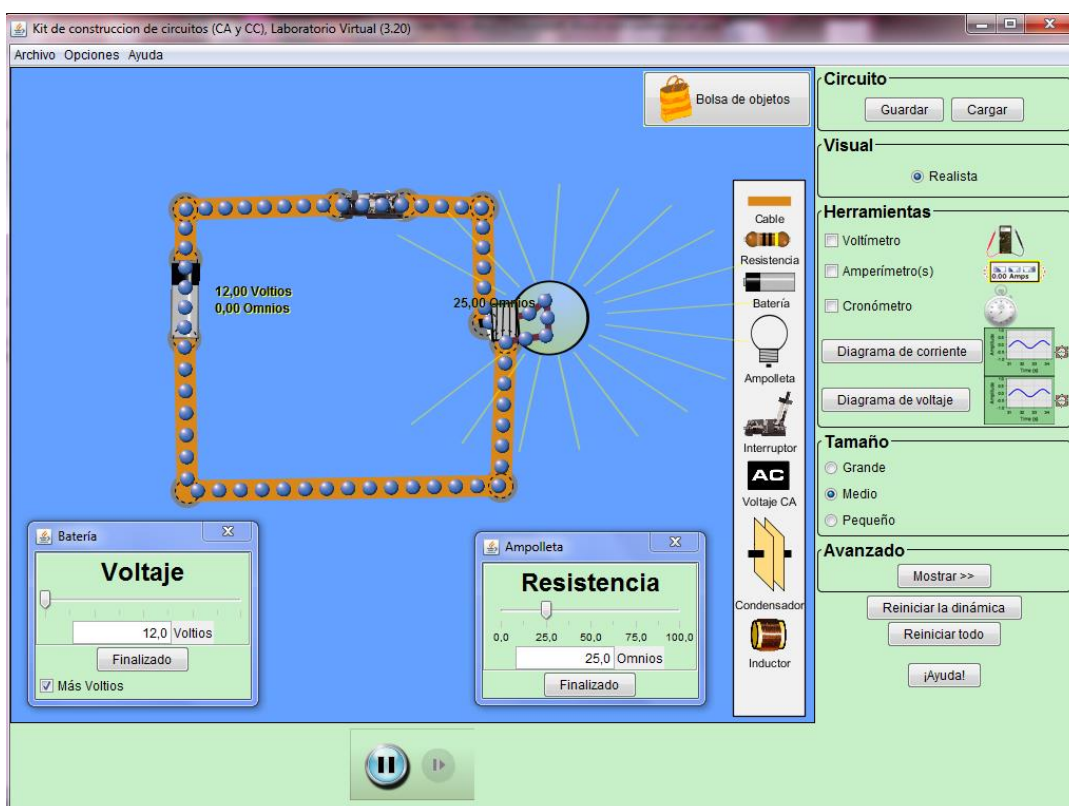


Corriente alterna:



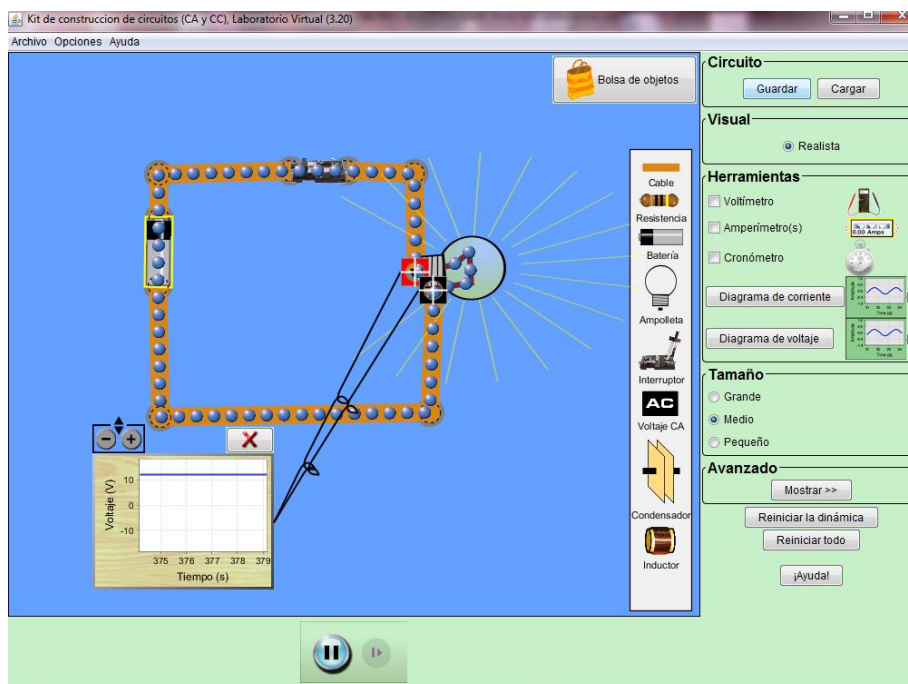
Los participantes deberán armar un circuito en el simulador interactivo que tenga: **12 Volt continuo y ampolleta con resistencia de 25Ω** como se muestra en la imagen a continuación. :

Resultado:

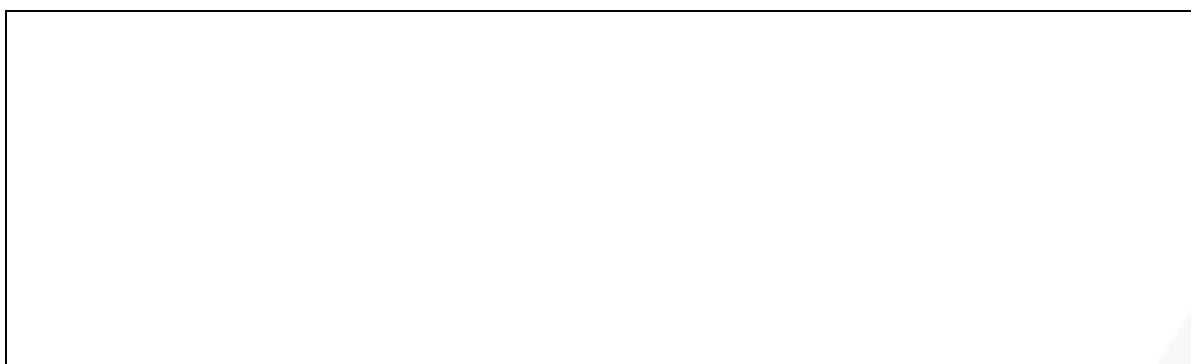


¿Qué pasa con el flujo de los electrones?

Ahora el participante deberá usar el diagrama de voltaje para ver la forma de onda del voltaje en la ampollita como se muestra a continuación:



¿Qué pasa si la batería se reemplaza por una fuente de voltaje de corriente alterna y que ocurre con el flujo de los electrones?



¿Al mantener el voltaje constante y variar la frecuencia que pasa con el flujo de los electrones?

¿Qué sucede si el voltaje varía, aumenta o disminuye?

Nociones de electroquímica

Descripción de la actividad

Los participantes observarán un video de un experimento de electro obtención de cobre.

Desarrollo

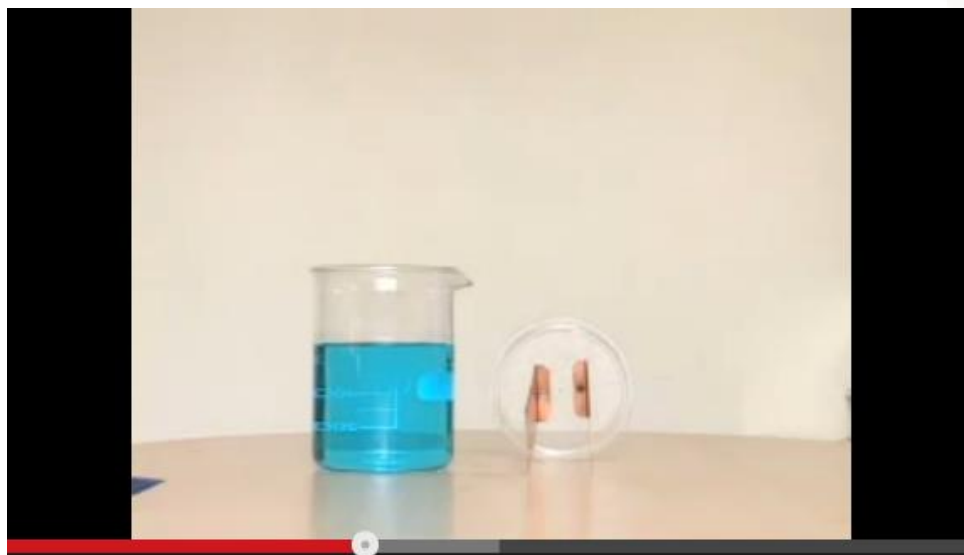
Los participantes realizarán el experimento observado, según las indicaciones que el instructor entregue.

El procedimiento para realizar el experimento es el siguiente:

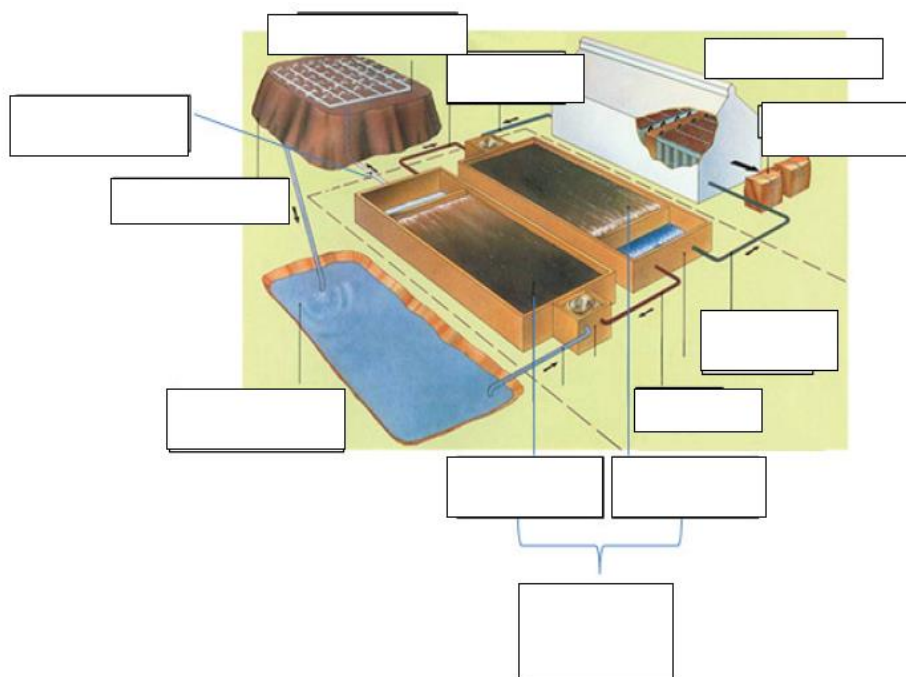
- Se ponen los electrodos de cobre dentro de solución.
- Se conecta el transformador a la corriente.
- Se conectan los terminales de transformador a los electrodos poniendo. atención cual es el positivo o ánodo y el negativo o cátodo.

- Se deja trabajar funcionar el aparato hasta que se hagan evidentes los cambios en los electrodos.
- Registrar observaciones.

“Experimento: Electro obtención”



Con ayuda del instructor los participantes realizarán una revisión paso a paso de lo que es el procesamiento, la electro obtención y sus etapas. Con este propósito los participantes deberán nombrar cada etapa en donde se ha dejado el espacio en blanco.



Notas:

--

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N° 2

Parámetros y variables de operación del proceso de celdas de electro obtención.

Parámetros y variables de operación del proceso de celdas de electro obtención.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor conocerán las principales características de los equipos y componentes del proceso de cosecha de cátodos. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con la despegadora de cátodos y para esto observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.

El instructor explicará que durante el procesamiento de óxido hay una serie de instrumentos que el operador de planta deberá saber usar correctamente. El participante deberá distinguir que instrumento es y unirlo con su denominación con una flecha.



Amperímetro



Flujo metro tipo turbina



Medidor de carga eléctrica



Presión diferencial



Multímetros



Rotámetro



Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N° 3

Riesgos asociados al proceso de electro obtención.

Riesgos asociados al proceso de electro obtención

Descripción de la actividad:

La siguiente actividad se divide en dos secciones: a) Procedimientos de operación del proceso de celdas de electro obtención y b) Parámetros y variables de operación del proceso de celdas de electro obtención.

Haciendo uso de una “planta piloto de electro obtención”, se realizará una actividad de reconocimiento de las principales funciones del operador en el monitoreo de los equipos y medición de variables. También los participantes deberán identificar los riesgos asociados al proceso de electro obtención respondiendo a una serie de preguntas.

Desarrollo

1) Haciendo uso de una “planta piloto de electro obtención” se realizará una actividad de reconocimiento de las principales funciones del operador en el monitoreo de los equipos y medición de variables de las celdas.

El participante deberá responder las siguientes preguntas:

¿Qué aspectos de seguridad deberían ser considerados respecto al ambiente de la nave de electro obtención?

2) En la siguiente actividad los participantes deberán identificar los riesgos asociados al proceso de electro obtención. Para esto en la siguiente tabla se detallan riesgos comunes a los que un operador se expone al trabajar en los procesos de electro obtención. Los participantes deberán sugerir medidas de prevención.

Riesgos	Medidas de prevención
Atrapado por maquinarias.	
Aplastado por carga en suspensión (cátodos y ánodos).	
Caídas por escaleras y pasillos de tránsito peatonal.	
Atrapado por manejo manual de cátodos.	
Corte por contacto por bordes filosos de los cátodos.	
Neblina ácida.	
Caídas a las celdas de electro obtención.	

Exposición a electrocución.	
-----------------------------	--

Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N° 4

El proceso de puente grúa en Electro obtención.

El proceso de puente grúa en Electro obtención

Introducción a la actividad:

La siguiente actividad en relación al “proceso de puente grúa” se divide en 2 secciones: 1) Principales características del puente grúa y señalización; 2) práctica de técnicas de carga.

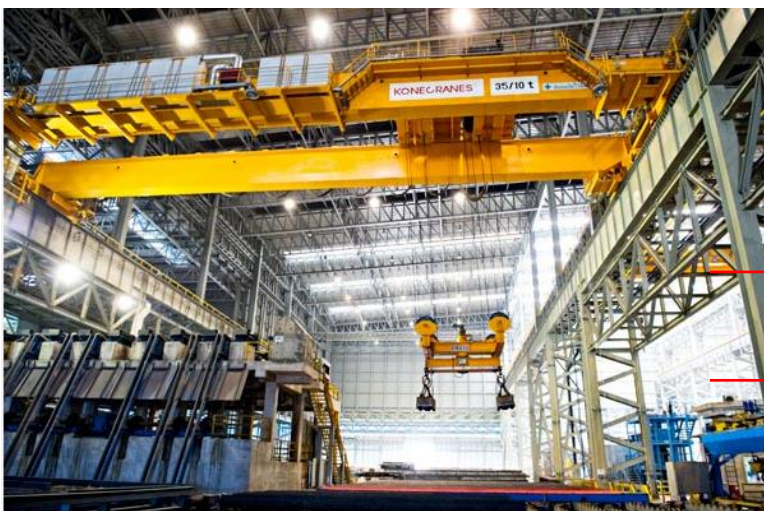
1) Principales características del puente grúa y señalización

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor conocerán las principales características del puente grúa y aprenderán a reconocer los códigos de señales de mando entre el que dirige la maniobra y el que opera la grúa. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con este proceso y su operación. Para esto además observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases y practicarán el manejo de un puente grúa.

Desarrollo

1) Se observarán videos sugeridos y los participantes deberán distinguir los principales componentes: vigas, polipastos y cable de acero. La siguiente imagen se puede utilizar para nombrar y comentar respecto a los componentes antes mencionados:



“Puente grúa”


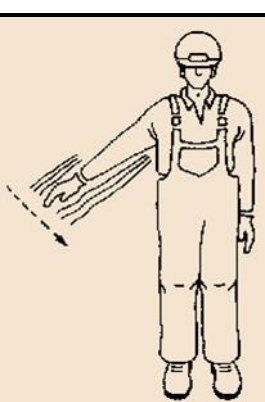

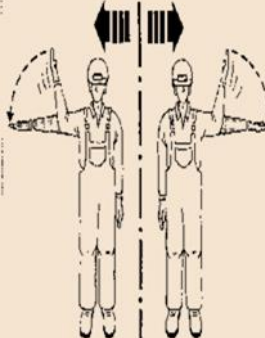


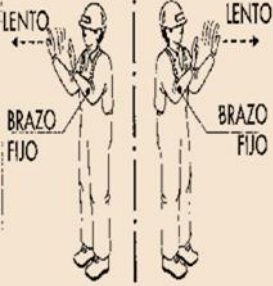
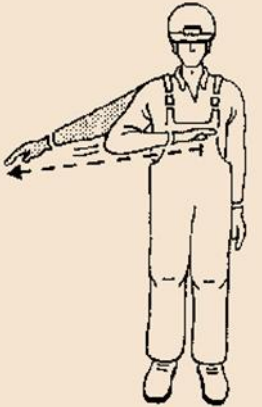
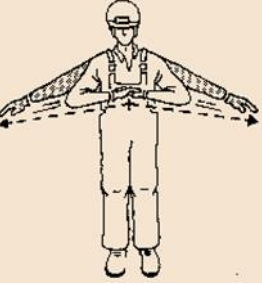
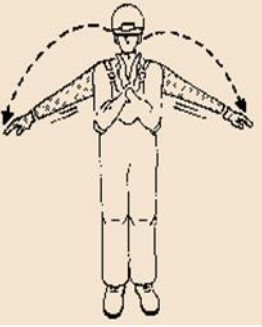
Los participantes junto con observar detenidamente la operación del puente grúa, deberán recordar cuánta carga puede levantar el puente grúa y conversar al respecto.

Luego de observar el material visual los participantes contestarán en la tabla siguiente qué significan las señas presentadas. Luego de dar sus respuestas y comprobar que son las correctas con el instructor, deberán ensayar los movimientos de los dibujos en pareja con el EPP adecuado puesto.



Seña	¿Qué significa?

2) Técnica de levante de cargas

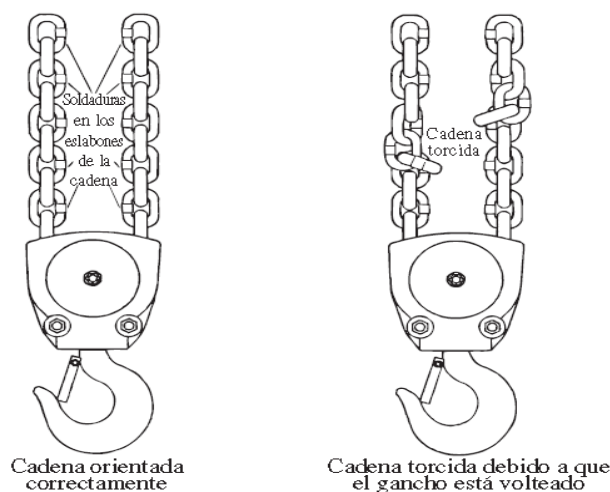
Descripción de la actividad

La finalidad de la actividad es que los participantes puedan practicar u observar como elevar carga pesada utilizando un tecele. Los elementos sugeridos son equipos típicos de la industria.

Desarrollo

El instructor deberá verificar junto a los participantes que la cadena de carga no esté torcida o enrollada antes de operar el tecele cadena y corrija todas las irregularidades de la cadena antes de efectuar la operación.

Ejemplo:



2. Antes de conectar el tecele de cadena de deberá asegurar de que los puntos de conexión, los componentes de suspensión y su estructura de soporte sean las adecuadas para sostener el tecele y su carga.

3. Se deberá asegurar del perfecto funcionamiento y que tuercas y pernos se encuentren suficientemente sujetos.

Es importante que los participantes practiquen el levantar carga con seguridad.

Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N° 5

Procedimientos de operación de cosecha de cátodos.

Procedimientos de operación de cosecha de cátodos

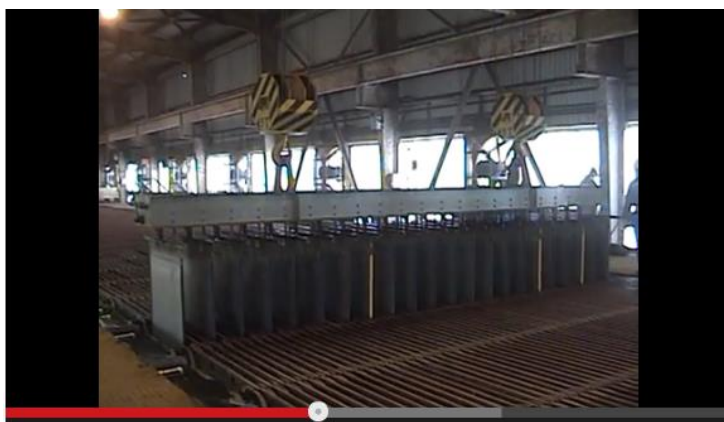
Descripción de la actividad

Los participantes conocerán las principales características de los equipos y componentes del proceso de cosecha de cátodos. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con la despegadora de cátodos y para esto observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases.

Desarrollo

Los participantes observarán videos sugeridos por el instructor, el instructor podrá solicitar a los participantes que se fijen atentamente en reconocer equipos como puente grúa, cátodos, ánodos, celdas de electro obtención, rectificador, despegadora de cátodos.

“Proceso de cosecha de cátodos”



“Máquina despegadora de cátodos 1”



“Máquina despegadora de cátodos 2”



Describa cuáles son las funciones de cada equipo mencionado.

Identifique dónde está el operador en el proceso mencionado y mencione los riesgos a los que está expuesto.

Los participantes deberán explicar con sus propias palabras cómo se desarrolla la operación de despegue de cátodos.

Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		



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

