

2. Muestreo y control de procesos

INTRODUCCIÓN

Este módulo tiene una duración de 190 horas pedagógicas anuales y considera clases en el establecimiento y visitas a terreno.

En este módulo, se espera que los y las estudiantes aprendan a tomar las muestras en todas las operaciones y los procesos de las plantas de metalurgia extractiva, para controlar los procesos y cumplir con el objetivo de verificar si se está trabajando en las condiciones óptimas o, en caso contrario, aplicar las modificaciones pertinentes en el sistema. Estas operaciones de muestreo son muy importantes en las plantas de metalurgia extractiva, especialmente desde un punto de vista técnico, porque normalmente son las que permiten visualizar si el proceso se desarrolla en un estado de equilibrio. Dichos análisis se deben efectuar continuamente, por lo que la capacitación y

preparación del personal especializado es fundamental en la medida que influye directamente en los resultados que se obtengan del proceso.

Asimismo, se busca que los y las estudiantes aprendan a seleccionar los métodos de muestreo adecuados para cada operación y proceso (producción acumulada, tolvas de almacenamiento, chancado, correas transportadoras). De igual forma, se pretende que sean capaces de elegir los implementos apropiados según la granulometría de las muestras y de efectuar el muestreo de minerales de alimentación y de los productos obtenidos en la planta de flotación y en los procesos hidrometalúrgicos. Finalmente, se espera que logren envasar, rotular y enviar al laboratorio las muestras obtenidas.

APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 2 · MUESTREO Y CONTROL DE PROCESOS		190 HORAS	TERCERO MEDIO			
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD						
OA 5						
Tomar muestras de productos intermedios o finales de procesos productivos en plantas de procesamiento de minerales para su análisis, de acuerdo a requerimientos de control de procesos, protocolos de muestreo y rotulación, y de normas de seguridad.						
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS				
1. Realiza muestreo en tolvas de almacenamiento, chancado y correas transportadoras de mineral, de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.	1.1 Elige los implementos de muestreo, para cumplir con los protocolos de muestreo y rotulación, de acuerdo a la normativa vigente y cuidando el medio ambiente, los equipos y las personas.	B	C	D	E	K
	1.2 Ejecuta el método de muestreo para tener una muestra representativa de la muestra global, y controlar la calidad, de acuerdo a los elementos técnicos que se disponen y al plan de muestreo del proceso.	B	C	D	E	K
	1.3 Envasa, rotula y envía a laboratorio las muestras para su posterior análisis y control de calidad, de acuerdo a procedimientos establecidos. Utiliza para esto los elementos de protección personal, y mantiene el área limpia.	A	B	D	H	K
	1.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.	B	K			

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
<p>2. Realiza muestreo de minerales de alimentación y de los productos obtenidos en una planta de flotación, de manera prolija de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.</p>	<p>2.1 Determina los puntos de muestreo, para controlar la calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente.</p>	<p>A</p> <p>D</p> <p>I</p>	<p>B</p> <p>E</p> <p>K</p>	<p>C</p> <p>H</p>
	<p>2.2 Elige implementos de muestreo para la realización del trabajo, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso y los protocolos de muestreo y rotulación.</p>	<p>B</p> <p>I</p>	<p>C</p> <p>K</p>	<p>H</p>
	<p>2.3 Envasa, rotula y envía al laboratorio las muestras, para su posterior análisis de concentración y calidad, y otros que sean pertinentes, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.</p>	<p>A</p> <p>H</p>	<p>B</p> <p>I</p>	<p>C</p> <p>K</p>
	<p>2.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.</p>	<p>B</p> <p>I</p>	<p>C</p> <p>K</p>	<p>H</p>

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
3.	Realiza muestreo de minerales de alimentación y de los productos de los procesos hidrometalúrgicos, de manera prolija de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.	3.1 Determina los puntos de muestreo, para el control de calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente y el uso de los EPP.	A	B	C
		3.2 Elige implementos de muestreo, para cumplimiento del protocolo y estandarización de la muestra, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso, protocolos y normas aplicables.	D	E	H
		3.3 Envasa, rotula y envía a laboratorio las muestras, para su posterior análisis de calidad, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.	I	K	
		3.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.	B	C	H
			I	K	

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Muestreo y control de procesos
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Muestreo en terreno
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	20 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>2. Realiza muestreo de minerales de alimentación y de los productos obtenidos en una planta de flotación, de manera prolija, de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.</p>	<p>2.1 Determina los puntos de muestreo, para controlar la calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente.</p> <p>2.2 Elige implementos de muestreo para la realización del trabajo, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso y los protocolos de muestreo y rotulación.</p> <p>2.3 Envasa, rotula y envía al laboratorio las muestras, para su posterior análisis de concentración y calidad, y otros que sean pertinentes, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.</p> <p>2.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.</p>
<p>3. Realiza muestreo de minerales de alimentación y de los productos de los procesos hidrometalúrgicos, de manera prolija, de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.</p>	<p>3.1 Determina los puntos de muestreo, para el control de calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente y el uso de los EPP.</p> <p>3.2 Elige implementos de muestreo, para cumplimiento del protocolo y estandarización de la muestra, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso, protocolos y normas aplicables.</p> <p>3.3 Envasa, rotula y envía a laboratorio las muestras, para su posterior análisis de calidad, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.</p> <p>3.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Análisis de caso práctico

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

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › Organiza a sus estudiantes en grupos de tres a cuatro integrantes y describe la actividad a realizar, que consiste en una revisión bibliográfica y una recogida de muestras en terreno.
- › Planifican una visita a terreno e identifican los puntos factibles para realizar una toma de muestras. Estos deben ser representativos.
- › Define, en conjunto con sus estudiantes, los plazos finales de entrega y alcances del trabajo.

Estudiantes:

- › Escogen el tipo de muestreo que desean realizar y definen los insumos y elementos necesarios que requieren para la actividad.

Recursos:

- › Computador e impresora.
- › Proyector.
- › Acceso a biblioteca, a internet y a hemeroteca.

EJECUCIÓN

Estudiantes:

- › Escogen un tipo de muestreo planteado por el o la docente de su interés y proceden a revisar la normativa aplicada al muestreo de ese proceso en particular.
- › Una vez revisada la normativa y procedimientos de muestreo, comienzan a reunir los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad, tanto los insumos como recipientes, etc. También dejan establecido cuáles de estas muestras requieren un análisis de inmediato en laboratorio, para lo cual, el grupo asegura que los elementos de laboratorio estén disponibles.
- › El grupo se asegura de tomar una gran cantidad de muestras en diferentes horarios, lugares, y bajo distintas condiciones del proceso.
- › Antes de tomar las muestras, el grupo las rotula e identifica debidamente, lugar, día, hora, y otros comentarios de interés. Una vez tomada la muestra previenen que esta se altere, para lo cual se toman todas las medidas descritas en los procedimientos, y si requiere un análisis de laboratorio de inmediato o no.
- › Toman nota de los resultados obtenidos en el muestreo y análisis de laboratorio, y realizan una contrastación de estos con aspectos teóricos.
- › Preparan un informe y presentación final que incluya algunas muestras que puedan ser presentadas a la clase.

Recursos:

- › Computador e impresora.
- › Rotuladora.
- › Frascos de muestreo.
- › Utensilios varios para muestreo y conservación de las muestras.
- › Laboratorio.
- › Utensilios de análisis de laboratorio.

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

CIERRE

Docente:

- › Cierra la actividad, guiando el proceso de discusión de las y los estudiantes.

Estudiantes:

- › Redactan un informe con los resultados de la actividad, en el que sinteticen los aspectos más importantes de esta.
- › En plenario, comparten sus opiniones sobre la actividad.

Recursos:

- › Computador e impresora.
- › Internet.
- › Utensilios para muestrear.
- › Recipientes para muestreo.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Muestreo y control de procesos
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Realización procedimiento de muestreo
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	15 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>2. Realizar muestreo de minerales de alimentación y de los productos obtenidos en una planta de flotación, de manera prolija, de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.</p>	<p>2.1 Determina los puntos de muestreo, para controlar la calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente.</p> <p>2.2 Elige implementos de muestreo para la realización del trabajo, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso y los protocolos de muestreo y rotulación.</p> <p>2.3 Envasa, rotula y envía al laboratorio las muestras, para su posterior análisis de concentración y calidad, y otros que sean pertinentes, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.</p> <p>2.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Texto guía

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

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › Elabora un texto guía que reúne la información del proceso y normativas de muestreo en la planta de flotación, así como material audiovisual que ejemplifique la realización del proceso de muestreo.
- › Entrega este material a sus estudiantes para su revisión, además de las herramientas necesarias e instrucciones para el ejercicio de realización de un procedimiento de muestreo.

Recursos:

- › Computador e impresora.
- › Proyector.
- › Acceso a internet.



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

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Entrega el texto guía.› Proporciona las claves metodológicas para la realización de un procedimiento. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Reciben el texto guía proporcionado por su docente y lo comentan. Registran dichos comentarios.› Revisan el material audiovisual y complementan con material bibliográfico y antecedentes de internet, despejando cualquier duda de cómo realizar el muestreo en la planta de flotación.› Una vez que los pasos para el muestreo ya hayan sido identificados, revisan la metodología de elaboración de procedimientos, y establecen el formato a utilizar.› Comienzan con la redacción del procedimiento de muestreo, apoyándose en los recursos antes señalados. Registran lo anterior en un informe final y sintetizan su contenido en una presentación en formato digital. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Computador e impresora.› Proyector.› Acceso a biblioteca y a internet.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Cierra la actividad, guiando el proceso de discusión de las y los estudiantes. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Exponen las conclusiones organizadas en la presentación digital.› En plenario, comparten sus opiniones sobre la actividad. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Computador e impresora.› Internet.› Proyector y recursos audiovisuales.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

2.

NOMBRE DEL MÓDULO	Muestreo y Control de Procesos	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p>3. Realiza muestreo de minerales de alimentación y de los productos de los procesos hidrometalúrgicos, de manera prolija, de acuerdo al control de calidad establecido, siguiendo protocolos y normas de seguridad y medioambientales.</p>	<p>3.1 Determina los puntos de muestreo, para el control de calidad del producto, de acuerdo a un programa previamente establecido, trabajando en equipo y respetando la normativa establecida vigente y el uso de los EPP.</p> <p>3.2 Elige implementos de muestreo, para cumplimiento del protocolo y estandarización de la muestra, de acuerdo a procedimientos de trabajo establecidos por el proceso, protocolos y normas aplicables.</p> <p>3.3 Envasa, rotula y envía a laboratorio las muestras, para su posterior análisis de calidad, de acuerdo a los procedimientos y normativas vigentes.</p>	<p>A Comunicarse oralmente y por escrito con claridad, utilizando registros de habla y escritura pertinentes a la situación laboral y a la relación con los interlocutores.</p> <p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p>C Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presenten problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p>D Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ y a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales y emergentes.</p> <p>E Tratar con respeto a subordinados, superiores, colegas, clientes, personas con discapacidades, sin hacer distinción de género, de clase social, de etnias u otras.</p> <p>H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p> <p>I Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos, en una perspectiva de eficiencia energética y cuidado ambiental.</p>

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
	<p>3.4 Evita pérdidas y contaminación por las muestras para mantener la veracidad de la información, y mantiene limpia el área de trabajo de acuerdo a procedimientos y normativa vigente.</p>	<p>K Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno de trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.</p>

Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad práctica o de taller:</p> <p>Actividad práctica en que se determinan los puntos de muestreo, según programa definido; se eligen los implementos de muestreo y se rotula y envía a laboratorio para posterior análisis.</p>	<p>Lista de cotejo</p> <p>Escala de apreciación que dé cuenta de los siguientes aspecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Seguimiento de los protocolos de seguridad y de muestreo. › Uso y elección de los implementos de muestreo. › Elección de los puntos de muestreo según programa. › Debida rotulación y procedimientos para envío de las muestras a análisis. › Trabajo prolijo y de calidad, evitando pérdidas, contaminación y derrames. › Cumplimiento de plazos y horarios. › Trabajo en equipo. › Comunicación y redacción en el informe final.

BIBLIOGRAFÍA

Aragón, J., Arenas, R. e Ipinza, J. (1998). *Operadores de plantas mineras*. Iquique: Universidad Arturo Prat.

Cárcamo, H., Conejeros, V., Arenas, A. y colaboradores. (1998). *Programa de operadores de plantas metalúrgicas*. Antofagasta: Universidad Católica del Norte.

Girodo, A. C. (1985). *Amostragem de minérios para projetos e operações de instalações de beneficiamento mineral*. En: *Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia*. Natal: Brasil.

Gy, P. M. (1982). *Sampling of particulate materials theory and practice*. Amsterdam: Elsevier.

Taggart, A.F. (1945). *Handbook of mineral dressing: More and industrial minerals*. New York: John Wiley.

Tapia, P. (1999). *La minería aplicada a los procesos industriales*. Atacama: Universidad de Atacama.

Sitios web y enlaces recomendados

Anónimo. (2014). *Procedimiento para pruebas metalúrgicas a nivel laboratorio*. Recuperado de: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/8828399/Procedimiento-para-Pruebas-Metalurgicas-a-nivel-laboratorio.html>

Tapia, J. (2014). *Teoría y técnicas de muestreo*. Iquique: Universidad Arturo Prat.
Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/22492817/Teoria-y-Tecnicas-de-Muestreo-1-1>.

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en marzo de 2015).