CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Evaluación
Asistente de Geología y Sondaje
Módulo IX: Toma de muestras geoquímicas en terreno
PFPSO-2-01/v.2-[PE01-M09/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

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 educacionales:

- 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

Introducción 7

Descripción general de la sección 1: Evaluación de Proceso 8

Módulo IX: Toma de muestras geoquímicas en terreno 9

1. Tipos de muestreo 10
2. Toma de muestras 14
3. Rotulación y etiquetado de bolsas 17
4. Registro de información de muestras 17

Introducción

La evaluación corresponde a cualquier situación, recurso, procedimiento o instrumento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso de formación. Permite conocer las competencias que fueron adquiridas por los participantes y que a futuro son las que le servirán en el mundo del trabajo.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará un set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los contenidos consignados en el Cuaderno del Instructor. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del módulo y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el Cuaderno del Instructor pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

Descripción general de la sección 1: Evaluación de Proceso

Esta sección contiene un conjunto de preguntas posibles a utilizar para trabajar con los participantes durante las sesiones de aprendizaje del Módulo 9 del programa **Asistente de Geología y Sondaje.** Este documento servirá de guía y repositorio de preguntas para realizar las evaluaciones de proceso pertinentes del oficio.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los módulos consignados en el **Cuaderno del Instructor**. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del programa y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el **Cuaderno del Instructor** pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

Módulo IX: Toma de muestras geoquímicas en terreno

1. *Tipos de muestreo*

1) ¿Qué es una muestra?

Es una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativas del mismo.

2) ¿Qué es muestreo?

Es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la técnica empleada en esta selección ó la selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.
Cuál es el propósito de muestreo

3) ¿Cuál es una de las ventajas de un muestreo bien aplicado a un lote de gran tamaño?

Es la rapidez con que se obtienen las características del lote en análisis y la gran economía en la obtención de los productos del análisis de una pequeña muestra de masa.

4) ¿Qué significa cargamento?

Es la cantidad de mineral entregado en una sola partida. El cargamento puede consistir en uno o más lotes o partes de lotes.

5) ¿Qué significa lote?

Es la cantidad definida de mineral, cuya calidad se presume uniforme.

6) Significado de sub-lote

Es una parte apropiada en que se ha dividido un lote. Normalmente un lote es dividido en varios sub-lote para obtener la cantidad promedio de sub-lotes individualmente. La cantidad de material que constituye un sub-lote se denomina tamaño de sub-lote.

7) ¿Qué significa incremento?

Es la cantidad de material a tomar del universo o parte de este, mediante un aparato de muestreo, con el propósito de determinar su calidad.

8) ¿Qué es una muestra bruta?

Es la cantidad de material, la cual está constituida por todos los incrementos o submuestras tomadas del universo a estudiar.

9) ¿Qué es una muestra reducida?

Es la muestra obtenida, a partir de la muestra bruta, por el método de reducción, después de haber obtenido una muestra para análisis granulométrico, en los casos que esto fuera necesario.

10) ¿Qué es una muestra final?

Es la muestra reducida u obtenida de la muestra reducida, para determinación de contenido de humedad, composición química, composición mineralógica, peso específico, etc., que se prepara de cada incremento, de cada submuestra o de la muestra bruta.

11) Es la muestra obtenida de la muestra final para la determinación de la composición química del cargamento o lote.

a) Muestra para granulometría

b) Muestra para humedad

c) Muestra para análisis químico

12) ¿Qué es error?

a) Es la diferencia entre un valor medido y el valor verdadero o de referencia conocido.
b) Se define como el cociente entre la desviación estándar y la media multiplicada por 100.
c) Es la dispersión del error de distribución, definido como más menos dos veces la desviación estándar total del sistema de muestreo.
d) Es la diferencia entre el valor medido y el valor promedio verdadero del lote en estudio.

13) ¿Qué es una pala JIS?

Es una pala metálica que se utiliza para tomar incrementos de muestras, cuyas medidas y formas dependen del tamaño de partículas a muestrear, y del muestreo si es primario o secundario (reducción por incrementos) respectivamente.

14) ¿Qué es un cuarteador?

Es un dispositivo mecánico que posee canales (ranuras), sobre el cual se pasan las muestras con el fin de homogeneizarlas y/o reducirlas en dos submuestras iguales.

15) Mencione los métodos de muestreo

a) Muestreo de azar
b) Muestreo sistemático
c) Muestreo estratificado
d) Muestreo en dos etapas
e) Muestreo secuencial

16) ¿En qué consiste el muestreo al azar?

Es aquel en que todas las unidades que componen el material a estudiar, tiene la misma probabilidad de ser tomados como incremento de la muestra que represente el material. Una de las mayores dificultades en el muestreo al azar es efectuar un verdadero muestreo al azar

17) Defina muestreo sistemático

En este tipo de muestreo los incrementos son conectados a intervalos regulares, en término de masa, tiempo o espacio definidos de antemano.

18) ¿En qué consiste el muestreo en dos etapas?

El muestreo en dos etapas consiste primero en subdividir una consignación en varias partes, luego se efectúa un muestreo al azar en dos etapas, la primera de ellas selecciona al azar las unidades primarias de muestreo y en la segunda etapa se procede a tomar incrementos al azar de dichas unidades seleccionadas.

19) ¿Cuándo se aplica el muestreo secuencial?

Esta técnica de muestreo, se aplica cuando se desea conocer el cumplimiento de un material frente a una prueba específica, expresándose el resultado en términos de defectuosos o no defectuosos.

20) Mencione los tres tipos de medición para los procesos productivos

Los primeros están relacionados con cuantificar las masas.

Un segundo tipo guarda relación con la composición química.

Tercer tipo se relaciona con la determinación de atributos físicos o químicos de los materiales (densidad, granulometría, etc.).

21) Realice la secuencia típica en un muestreo

Muestreo → Reducción de tamaño → División de la muestra → Reducción de tamaño → Muestreo por el analista → Análisis químico → Resultado

22) Mencione y describa los errores en el muestreo

a) Sesgo o error sistemático: En el caso de una medición instrumental el sesgo es lo que llamamos "descalibración" del equipo (flujometros, balanzas, etc.) y en el caso de un muestreo, el sesgo se produce cuando la probabilidad de selección de los elementos (muestreo) del universo no es uniforme.

b) Error aleatorio: Es el error que se comete por la heterogeneidad del material, aun cuando se esté muestreando con corrección. En una medición instrumental, este error corresponde a las variaciones (o ruido) propios del instrumento.

23) Enumere los métodos manuales de muestreo

a) Método de división por palas fraccionadas

b) Método división por incrementos

c) Método Cono Cuarteo

d) Método División por Riffle

e) Método de muestreo con Tubo Sonda

24) ¿En qué consiste el método de división por palas fraccionadas?

Este procedimiento consiste en mover toda la pila de material por medio de una pala mecánica o manual, reteniendo una muestra correspondiente a una palada de cada N.

25) Mencione las ventajas del método cono cuarteo

a) Se necesitan pocas herramientas.

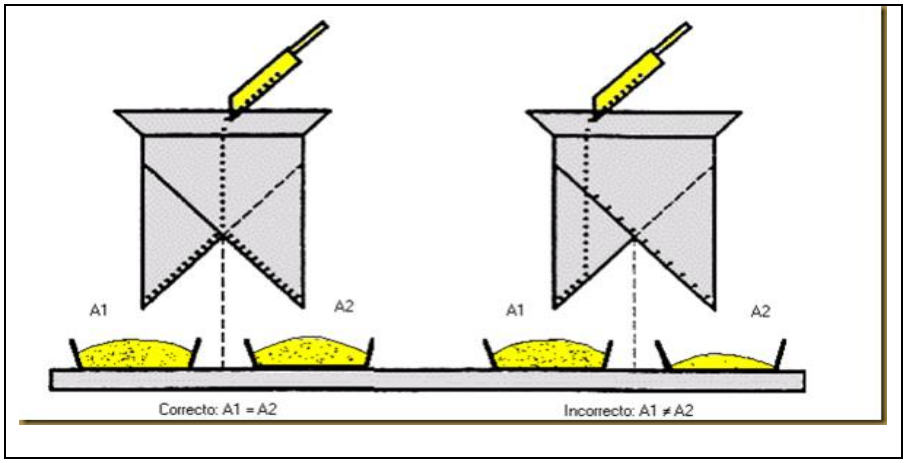
b) Se puede usar con toda clase de materiales sólidos.

26) Mencione las desventajas del método cono cuarteo

a) Es costoso, porque exige una manipulación frecuente del material, y proporciona una muestra exactamente representativa.

b) Los trozos del material de mayor tamaño ruedan por los costados del cono y se reúnen alrededor de la base mientras que los tamaños intermedios se distribuyen por sí mismos sobre la pendiente del montón según su tamaño con las partículas más gruesas, más cerca del suelo y las más finas más cerca de la cúspide.

27) ¿Qué método manual es?



Es el método por riflles

28) ¿Para qué se utiliza el método de muestreo con tubo sonda?

Este método es utilizado para el muestreo de concentración, precipitado, calcinas, ya sea en vagones de ferrocarriles o depósitos (tambores - bolsas, sacos o cualquier otro envase). Además puede ser usado en los lotes deshechos y en cualquier mineral finamente chancado.

2. Toma de muestras

29) Enumere las herramientas manuales que se necesita para la toma de muestras

- Martillo geológico
- Picote, martillo
- Jackhammer
- Martillo picador
- Combo,
- Martillo Hidráulico
- Mazo de 3 lbs.
- Bolsas

30) ¿Cuáles son los dos métodos para preparación de muestras?

Se lleva a cabo por dos métodos generales:

a) A mano

b) Mecánicos o automáticos

31) ¿Cómo se realiza el método a mano?

Es la toma de la muestra por una persona utilizando una herramienta sencilla para tal fin. Este método es lento y costoso cuando se trata de grandes cantidades de material y en todo los casos carga una gran responsabilidad sobre la persona que toma la muestra.

32) ¿Cómo se realiza el método mecánico o automático?

Se toma continuamente a intervalos regulares una cantidad, previamente fijada del material.

33) Escriba con sus palabras ¿Que es un protocolo de preparación de muestras?

Es un procedimiento que establece la operatoria que debe realizarse con el material que constituye la muestra, una vez que ha sido obtenida de la planta. La necesidad de usar un protocolo de preparación de muestras surge de la imposibilidad, en la mayoría de los casos, de usar la muestra tal como se obtiene en la planta para efectuar el análisis, tanto por la cantidad de material como por su estado de conminución.

34) La preparación de la muestra comprende básicamente operaciones como:

- El secado
- Conminución de la muestra
- Harneado
- Homogenización

35) ¿Quién es el autor de la Teoría de Muestreo?

El Dr. Pierre Gy

36) Mencione los factores que se consideran para minimizar el error del muestreo

- Masa inicial del lote a muestrear y masa de la muestra a tomar.
- Diámetro máximo de partículas.
- Factor de composición mineralógica.
- Este factor relaciona el mineral de interés en nuestra muestra con la ganga presente en misma muestra.

- Factor de forma, está relacionado con la forma habitual en que se encuentran las partículas mineralizadas en la muestra de interés.
- Factor de distribución granulométrica.
- Factor de liberación mineralógica.

37) Factores que afectan el muestreo de minerales:

a) Segregación de la Muestra

b) Relación peso / tamaño de partícula de la muestra

c) Contaminación de la muestra

d) Pérdida de Muestra

e) Alteración de la Composición Química

38) ¿Cómo se produce la segregación de la muestra?

Es una clasificación por tamaños, que se puede producir en la toma de la muestra. Debido al transporte, chancado, etc., del mineral, especialmente en "menas" o lotes de oro y plata.

39) ¿De qué trata relación peso / tamaño de partícula de la muestra?

Una etapa del proceso que puede inducir a errores significativos es la División o Cuarteo de la muestra. La división de la muestra es crítica dentro del sistema de preparación de la muestra, ya que el no cumplimiento, de esta regla introduce errores sistemáticos y significativos, según resultados obtenidos en la práctica, es importante también evitar el sobresecado de la muestra.

40) ¿Por qué se produce la Contaminación de la muestra?

Puede producirse por una deficiente limpieza de los equipos, por polvo del medio ambiente, por abrasión y/o corrosión de los equipos empleados.

41) ¿Porque se pierde la muestra?

Puede producirse por uso de equipos no apropiados en molienda y pulverización, especialmente por descarte de material, como sobretamaño en molienda y pulverización.

42) ¿Por qué se produce la alteración de la composición química?

La que puede producirse por oxidación de algunos sulfuros, por fijación de agua o C02 por óxidos o minerales calcinados, por sobresecado.

3. Rotulación y etiquetado de bolsas

43. ¿Qué deben incluir las etiquetas?

- Nombre del sitio o proyecto (ubicación del agujero de perforación).
- Número del agujero de perforación.
- Fechas de perforación.
- Intervalo de muestreo (profundidad de la muestra) o número de identificación de la bitácora del geólogo.

44. De un ejemplo de etiqueta

Un ejemplo de etiqueta es: 21/7/01, agujero de perforación 5, 10,5-11,0 m

Si esto no es posible, las muestras deben, al menos, almacenarse por separado y en orden de recolección en un área despejada cerca de la plataforma de perforación

4. Registro de información de muestras

45. ¿Qué información de la muestra se debe registrar?

- Nro. de muestra
- Lugar y tramos
- Rumbo e inclinación
- Ubicación
- Coordenadas GPS
- Material extraído

46. ¿En qué sistemas se deben registrar las muestras?

- Generen hojas de trabajo y códigos para ese lote de muestras.
- Expliquen a quienes realizan las pruebas qué se debe hacer.
- Soliciten que los resultados se ingresen, revisen y firmen como correctos.
- Calculen respuestas.
- Generen informes de los resultados para el personal relevante.
- Guarden los detalles del trabajo para futuras referencias

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

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD