

5. Prospección geológica con sondajes

INTRODUCCIÓN

En este módulo de 228 horas se busca que los y las estudiantes conozcan la utilidad de los sistemas de perforación geológica en los programas de exploración y explotación en la industria minera y qué productos generan los distintos métodos.

Para ello, se busca que logren identificar y registrar adecuadamente los riesgos asociados a los procesos de sondaje, tanto de seguridad como medioambientales; determinar cómo acceder a los puntos de perforación analizando el informe geológico, y comprender cómo preparar una plataforma. Además, se espera que sean capaces de chequear las condiciones de la maquinaria de apoyo y el equipo de sondeo y planificar dónde ubicarlas, de acuerdo al método de sondeo y las normas de seguridad; verificar cómo funciona el equipamiento durante los sondajes; controlar el proceso de sondeo según diversos parámetros (tipo de perforación, tasas de avance y protocolos, entre otros); detectar y registrar las desviaciones del trazado planificado;

y establecer qué labores se realizan durante el sondaje (como perforación, mantención de la sonda, recuperación de muestra, acondicionamiento del sondeo, filmación de trayectoria, conteo de barras, cambio de “cuchara”, desarrollo del pozo, entre otras) y quiénes son los responsables de cada tarea.

Asimismo, se busca que aprendan los métodos de perforación que se utilizan en recursos mineros e hídricos (aire reverso y diamantina), los tipos de análisis que se hacen sobre los productos generados (polvo, testigos y agua subterránea) y los controles de calidad respectivos.

Para el desarrollo de este módulo, es conveniente organizar visitas a faenas de exploración o explotación, para que las y los estudiantes observen en terreno las operaciones de un equipo de sondaje y, en particular, las actividades que efectúa un o una asistente de geología.

APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 5 · PROSPECCIÓN GEOLÓGICA CON SONDAJES		228 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p>OA 4 Aplicar técnicas de perforación, sondaje y movimientos de tierra para obtener muestras geológicas, utilizando maquinarias y equipos apropiados, de acuerdo a características del terreno y tipo de muestras, considerando las normas de seguridad y medioambiente.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p>1. Analiza los riesgos de seguridad y medioambiente en el área de interés donde se realizará la prospección, tomando la iniciativa para prevenir situaciones de riesgo.</p>	<p>1.1 Ubican el lugar de los sondeos utilizando informes geológicos, de acuerdo al objetivo establecido por la empresa.</p>	D	K
	<p>1.2 Identifica los riesgos asociados al proceso de sondaje, chequeando visualmente en terreno que existan las condiciones necesarias y aplicando iniciativas de acuerdo a las normas de higiene y seguridad (Ley N° 16744), el cuidado de medioambiente (Ley N° 19300) y de seguridad en el entorno social.</p>	D	K
	<p>1.3 Registra la información obtenida en el análisis de riesgos asociados al proceso de sondaje, utilizando formularios definidos por la empresa, como Análisis de Riesgos del Trabajo (ART) o equivalentes.</p>	D	K

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
2.	Prepara plataformas de perforación y equipamiento de sondeo, trabajando colaborativamente para cumplir las tareas encomendadas.	2.1 Determina los accesos a los puntos de perforación, considerando las coordenadas y las características del entorno indicadas en el informe geológico, trabajando colaborativamente y respetando las normas de seguridad y cuidado del medioambiente.	D	K
		2.2 Chequea el estado y el funcionamiento de la maquinaria de apoyo y del equipo de sondeo, de acuerdo al informe técnico entregado por los operadores, respetando las instrucciones del fabricante y las normas de seguridad.	D	K
		2.3 Planifica la distribución de las áreas operacionales y el equipamiento de perforación, considerando el método de sondeo y las normas de seguridad.	D	K
3.	Controla la ejecución de los procedimientos de sondeos geológicos de los distintos métodos de perforación, valorando la importancia de la seguridad y la prevención de riesgos asociados.	3.1 Verifica que el equipamiento de perforación opere durante el proceso de sondaje según los parámetros establecidos en el informe geológico y las normas de seguridad.	D	K
		3.2 Controla el proceso de sondeo geológico, considerando el tipo de perforación, las tasas de avance, la relación entre la longitud del sondeo y el tamaño de la muestra, y el protocolo establecido en el informe geológico, y comunican permanentemente los avances de la actividad.	D	K
		3.3 Registra las desviaciones de la traza planificada durante todo el proceso de sondeo, de acuerdo al informe geológico.	D	K

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Prospección geológica con sondajes
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Análisis de riesgos en faenas de prospección
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>1. Analiza los riesgos de seguridad y medioambiente en el área de interés donde se realizará la prospección, tomando la iniciativa para prevenir situaciones de riesgo.</p>	<p>1.1 Utiliza informes geológicos que contemplan la ubicación de los sondeos, de acuerdo al objetivo establecido por la empresa.</p> <p>1.2 Identifica los riesgos asociados al proceso de sondaje, chequeando visualmente en terreno que existan las condiciones necesarias y aplicando iniciativas de acuerdo a las normas de higiene y seguridad (Ley N° 16.744), el cuidado de medioambiente (Ley N° 19.300) y de seguridad en el entorno social.</p> <p>1.3 Registra la información obtenida en el análisis de riesgos asociados al proceso de sondaje, utilizando formularios definidos por la empresa, como Análisis de Riesgos del Trabajo (ART) o equivalentes.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Estudio de caso

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	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Elabora el caso poniendo hincapié en el sondeo de faenas paralizadas. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Descripción del caso. › Lugares para obtener información sobre riesgos en faenas de prospección. › Copias de normativa legal de seguridad y medioambiental.
EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Presenta el caso que contempla un informe geológico y casos particulares de faenas paralizadas parcial o definitivamente con riesgos significativos. › Selecciona los lugares donde se puede obtener información sobre los riesgos en faenas de prospección. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Se organizan en grupos y cada uno identifica los riesgos asociados según el informe geológico y las normas vigentes, considerando riesgos de salud, humanos, medioambientales y materiales. › Exponen sus casos y, junto con el curso, analizan los riesgos identificados y proponen medidas preventivas, considerando la importancia del autocuidado en la labor, y medidas correctivas para el proceso de sondeo.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Efectúa una retroalimentación, anotando en la pizarra los riesgos identificados y las medidas propuestas.

5.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Prospección geológica con sondajes
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Preparación de una plataforma de perforación
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	20 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>2. Prepara plataformas de perforación y equipamiento de sondeo, trabajando en equipo y colaborativamente para cumplir las tareas encomendadas.</p>	<p>2.1 Determina los accesos a los puntos de perforación, considerando las coordenadas y las características del entorno indicadas en el informe geológico, trabajando colaborativamente y respetando las normas de seguridad y cuidado del medioambiente.</p> <p>2.2 Chequea el estado y el funcionamiento de la maquinaria de apoyo y del equipo de sondeo, de acuerdo al informe técnico entregado por los operadores, respetando las instrucciones del fabricante y las normas de seguridad.</p> <p>2.3 Planifica la distribución de las áreas operacionales y el equipamiento de perforación, considerando el método de sondeo y las normas de seguridad.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Observación en terreno con pauta

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 la visita a terreno con sus estudiantes donde se prepara una plataforma de perforación.

Estudiantes:

- › Elaboran una pauta de observación a partir de un video que muestra los principales pasos de preparación de una plataforma de perforación.

Recursos:

- › Video.
- › Pauta de observación.
- › Manual de funcionamiento de una plataforma.
- › Normas de seguridad.
- › Computador.



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

<p>EJECUCIÓN</p>	<p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Divididos en grupos, visitan una plataforma real con una pauta de observación elaborada por ellos. › Cada grupo deberá preocuparse del cuidado personal y grupal, respetar las normas de seguridad establecidas y trabajar para el logro del objetivo. › Recorren la plataforma y completan la pauta en cada etapa relacionada con la preparación de plataformas. Para ello, deberán registrar a lo menos la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> - Acceso y estado de la plataforma (dimensiones, amplitud, nivelación, iluminación, curvas, pendientes, mantención, señalización, etc.). - Equipos de seguridad. - Instalación de máquinas y equipos (máquina de sondaje, torre, controles, etc.). - Equipos de emergencias y otros. › Los grupos elaboran un informe de la visita y comparten la experiencia con el resto del grupo curso.
<p>CIERRE</p>	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Realiza un foro respecto de la seguridad y los riesgos asociados en el área de trabajo, donde cada representante de grupo expone su opinión acerca de la pregunta formulada.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Prospección geológica con sondajes
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Control del sondeo geológico
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	20 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>3. Controla la ejecución de los procedimientos de sondeos geológicos de los distintos métodos de perforación, valorando la importancia de la seguridad y la prevención de riesgos asociados.</p>	<p>3.2 Controla el proceso de sondeo geológico, considerando el tipo de perforación, las tasas de avance, la relación entre la longitud del sondeo y el tamaño de la muestra, y el protocolo establecido en el informe geológico, comunicando permanentemente los avances de la actividad.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Aprendizaje basado en problemas (ABP)

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:

- › Recopila información sobre un proyecto de prospección minera, que contenga los antecedentes relevantes (geológicos, mineros, geofísicos y geoquímicos, imágenes satelitales y fotografías aéreas, entre otros) que son la base de planificación del sondeo geológico a realizar. A partir de esta información, se elabora el problema que los y las estudiantes deberán resolver: "A partir de los antecedentes del plan de prospección y sondeo, considerando el método de sondeo seleccionado, debe diseñar un sistema de control de la prospección, identificando aquellos puntos críticos del control de su ejecución y los instrumentos que se utilizará para su ejecución".
- › Busca páginas web sobre problemas típicos de sondajes geológicos.
- › Elabora las instrucciones (metodología, etapas, plazos y productos) para la resolución del problema en grupos de trabajo.
- › Opcionalmente pueden utilizarse varios proyectos de prospección con distintos métodos de sondaje, de forma de permitir que cada grupo trabaje en proyectos diferentes. Con esta opción podría incluir una etapa de análisis comparado de las soluciones encontradas.

Recursos:

- › Computador con conexión a internet.



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

<p>EJECUCIÓN</p>	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Entrega los antecedentes y la descripción del problema, además entrega las instrucciones y unas sugerencias de páginas web que pueden ser utilizadas en la fase de indagación. › Organiza al curso en grupos de trabajo para realizar la actividad. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Organizados en grupos leen en el aula todo el material entregado por su docente. › Analizan todos los temas que deben abordar y el alcance del informe que se les solicita. › Elaboran un esquema simple, determinan varias hipótesis sobre los problemas probables que deben evitar con el sistema de monitoreo que diseñaran. › El grupo de trabajo establece lo que sabe sobre las prospecciones con sondeos y sobre las variables críticas del proceso, lo cual registran en una lista. › El grupo de trabajo evalúa y determina aquellos temas que no maneja, sobre las variables que deben controlar en el proceso de sondeo minero. › Hacen una lista de las actividades que deben realizar para aprender sobre aquellos elementos que no conocen y sobre el problema en particular. › Se organizan para la búsqueda de información y realizar la investigación para resolver el problema. › El grupo elabora un informe donde declara cual es el problema que resolverá con el sistema de control que diseñe, indicando las variables y recursos requeridos. Entre las variables deberían incluir: nivelación del equipo de sondeo, levantamiento, inclinación y anclaje de mástil/torre, grado de inclinación y azimut, calibración de equipos, seguridad de la operación, cuidado medioambiental, entre otros. › Presentan a su docente la definición del problema y el programa de actividades con sus avances, y reciben sus sugerencias y comentarios. › El grupo de trabajo desarrolla su investigación, localizando, acopiando, organizando, analizando e interpretando las diversas fuentes de información. Posteriormente diseña el sistema de control del sondeo minero. › El grupo de trabajo presenta un reporte escrito y una presentación del sistema de control diseñado para enfrentar el problema.
<p>CIERRE</p>	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Realiza una síntesis en conjunto con los grupos sobre las dificultades de la actividad y los aprendizajes más importantes obtenidos, además realiza una retroalimentación a cada grupo de sus resultados.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Prospección geológica con sondajes
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p>1. Analiza los riesgos de seguridad y medioambiente en el área de interés donde se realizará la prospección, tomando la iniciativa para prevenir situaciones de riesgo.</p>	<p>1.1 Utiliza informes geológicos que contemplan la ubicación de los sondeos, de acuerdo al objetivo establecido por la empresa.</p> <p>1.2 Identifica los riesgos asociados al proceso de sondaje, chequeando visualmente en terreno que existan las condiciones necesarias y aplicando iniciativas de acuerdo a las normas de higiene y seguridad (Ley N° 16.744), el cuidado de medioambiente (Ley N° 19.300) y seguridad en el entorno social.</p> <p>1.3 Registra la información obtenida en el análisis de riesgos asociados al proceso de sondaje, utilizando formularios definidos por la empresa, como Análisis de Riesgos del Trabajo (ART), o equivalentes.</p>	<p>K Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del 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 de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none">› Los y las estudiantes completan un formulario ART y elaboran un análisis previo de riesgos asociados a un proceso de sondaje real en terreno, según criterios establecidos por el o la docente.› El instrumento asociado a la evaluación corresponde a una lista de cotejo, basada en los criterios de evaluación.› Cerrar la actividad con la retroalimentación de aspectos que no fueron logrados en su totalidad.	<p>Pauta de cotejo basada en los criterios de evaluación.</p>

BIBLIOGRAFÍA

Ballesteros, V. (2004). *Diseño de pozos profundos*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.

Custodio, E. y Llamas, M. R. (1996). *Hidrología Subterránea*. Barcelona: Omega.

Driscoll, F. G. (1986). *Groundwater and Wells*. Minnesota: Johnson Division.

Peñailillo, S. (2009). *Desarrollo de un Proyecto Minero*. Santiago de Chile: BARRICK.

Pimienta, J. (1980). *La captación de aguas subterráneas*. Barcelona: Técnicos Asociados.

