



Diploma de Postítulo Geo – Minero – Metalurgia 13a Versión

2021 - 2022

Modalidad Híbrida

Brian Townley

Director Académico Diploma GMM
Departamento Ingeniería de Minas
Universidad de Chile





Introducción

El Departamento Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile ofrece a la comunidad minera el Diploma de Postítulo en Geo Minero Metalurgia.

Este Programa está orientado a profesionales y licenciados que trabajan en cualquier punto de la cadena de producción minera, tales como geólogos, ingenieros de minas, metalurgistas e ingenieros en otras especialidades, que deseen adquirir conocimiento y/o actualizarse en conocimientos transversales de dicha cadena y en las técnicas actualizadas en el ámbito de la Geo-Minero-Metalurgia.

Objetivos

El Diploma tiene como objetivo entregar al participante una formación global y transversal en minería, enfatizando la aproximación Geo-Minero-Metalúrgica a las problemáticas de diseño, planificación minera y metalurgia extractiva en el ámbito de proyectos y del negocio minero.

Al finalizar el programa el alumno (a) habrá adquirido los conocimientos transversales y las herramientas para agregar valor a toda la cadena del negocio minero, propiciando la integración de lenguaje y conocimiento proveniente de diferentes especialidades formativas.

Organización del Programa

El programa consiste en 6 módulos intensivos de una semana de duración cada uno, un Taller de Sustentabilidad y un Estudio de Caso:

1. Modelos de Yacimientos / Muestreo
2. Análisis Estadístico de Datos y Evaluación de Recursos y Reservas
3. Fundamentos de Procesos Mineralúrgicos
4. Fundamentos de Procesos Metalúrgicos
5. Diseño Minero
6. Introducción a la Planificación Minera - Evaluación de Proyectos Mineros
7. Taller de Sustentabilidad y Relaves
Estudio de Caso

El programa contempla un total de 400 horas:

Clases cátedra	: 240 docencia presencial
Taller / Estudio de caso	: 80 docencia dirigida
Estudio personal	: 80

Se requiere que los estudiantes tengan un manejo adecuado del idioma inglés de modo que puedan estudiar el material bibliográfico entregado como parte del contenido de este diploma.

A la docencia se debe agregar el estudio personal de los estudiantes, en períodos de receso del Programa, orientado a preparar cada curso, como también a avanzar en forma progresiva con el desarrollo de los estudios de caso individuales.





El Diploma se completa con la realización de un Estudio de Caso que se desarrollará en forma paralela a los módulos desarrollados, con temas entregados por el Coordinador Académico del Programa.

Los cursos se organizarán en módulos; un curso por mes de una semana de duración (lunes a viernes) cada uno, de modo de facilitar la asistencia de profesionales trabajando en faenas. Por lo tanto, los alumnos deberán asistir a clases en intervalos mensuales.

Calendario 2021 – 2022

CURSO		FECHA
1	Modelos geológicos de Yacimientos - Muestreo	10 al 14 de mayo
2	Análisis Estadístico de Datos	07 al 11 junio
	Evaluación de Recursos y Reservas	
3	Fundamentos Procesos Mineralúrgicos	19 al 23 julio
4	Fundamentos Procesos Metalúrgicos	6 al 10 de septiembre
5	Diseño Minero	4 al 8 de octubre
6	Planificación Minera	22 al 26 noviembre
	y Evaluación de Proyectos Mineros	
7	Taller Sustentabilidad y Relaves Estudio Caso	10 al 14 enero, 2022

Evaluación

Cada uno de los cursos del programa se evaluará por separado y mediante controles/lecturas/presentaciones/informes y/o examen.

- La nota mínima de aprobación es 4.0; escala de 1.0 a 7.0.
- Cada curso deberá contar con 85% de asistencia mínima.

Horario

Las clases son realizadas de lunes a viernes de 9:00 a 13:00 - 14:00 a 18:00 horas.

Formato

Modalidad híbrida (online vía streaming plataforma ZOOM – presencial, Escuela de Ingeniería Campus Beauchef – Universidad de Chile).





La Universidad de Chile se compromete a realizar clases presenciales en su formato híbrido siempre y cuando la situación sanitaria lo permita. En caso que los alumnos extranjeros no pudiesen viajar, se mantendrá el formato online (streaming) en esta versión del Diploma.

Organizador

Departamento de Ingeniería de Minas – Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Profesores del programa

PROFESORES	TÍTULO, GRADO	UNIVERSIDAD
Raúl Castro	Ing. Civil de Minas, Ph.D.	The University of Queensland
Xavier Emery	Ing. Matemático, Ph.D.	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
Christian Ihle	Ing. Civil, Ph.D.	Universidad de Chile
Eduardo Magri	Ing. Civil de Minas, Ph.D.	University of the Witwatersrand
Antoni Magri	Ing. Agrónomo, Ph.D.	Cornell University
Mohammad Maleki	Ing. Civil de Minas, Ph.D.	Universidad de Chile
Gonzalo Montes	Ing. Civil Químico, Ph.D.	Institut National PolyTechnique de Lorraine
Jaime Sepulveda	Ing. Civil Industrial, Ph.D.	University of Utah
Brian Townley	Geólogo, Ph.D.	Queen's University
Sebastián Troncoso	Ing. Civil de Minas, MSc	Universidad de Chile
Javier Vallejos	Ing. Civil, Ph.D.	Queen's University
Marcelo Vargas	Ingeniero Civil de Minas, MSc.	Universidad de Chile
Leandro Voisin	Ing. Civil de Minas, Ph.D.	Tohoku University
Jacques Wiertz	Geólogo, Ph.D.	Universidad de Lieja

Requisitos de admisión y postulación

Podrán postular al Programa en Geo-Minero-Metalurgia, quienes cumplan con las siguientes formalidades:

- Estar en posesión del Grado de Licenciado en una disciplina afín al programa. Asimismo, podrán postular quienes posean un título profesional cuyo nivel, contenido y duración de estudios correspondan a una formación equivalente a la del grado de Licenciado en la Universidad de Chile. Éste deberá acreditarse mediante fotocopia notarial del certificado correspondiente.
- Currículum vitae.
- Formulario de postulación. <https://forms.gle/BCGPhaZERJhEhtgZ9>

El proceso de postulación está abierto y finaliza el **viernes 19 de marzo 2021**.

Cada postulación será resuelta por el Director Académico del Programa quien decidirá la aceptación o rechazo a su admisión, según los antecedentes presentados. Los cupos son limitados y se ofrecen por estricto orden de inscripción y cumplimiento de requisitos.

Las personas interesadas en realizar el Diploma deberán contactarse vía correo electrónico adjuntando currículum resumido, formulario de postulación y copia del grado académico a <https://forms.gle/BCGPhaZERJhEhtgZ9>





Valor y forma de pago

El costo del Programa es de **\$4.720.000 – US\$ 5.900** para la versión 2021-2022. La forma de pago dependerá si es financiado de manera personal o patrocinado por la empresa (Chile). Este valor incluye un descuento del 20% exclusivo para esta versión del programa (2021).

- Todo postulante al ser aceptado deberá pagar una inscripción de \$500.-000 - US\$ 625 para asegurar su cupo en el Programa; este monto será descontado del total del Diploma. Plazo máximo 19 de marzo, 2021.)
- Alumn@s patrocinados por empresas en Chile, deberán formalizar mediante O/C. Plazo máximo 19 de marzo, 2021. Para el caso de empresas que envíen OC la facturación se realizará completamente y en el periodo no mayor al módulo 3 del Programa.
- Alumnos particulares o extranjeros deberán realizar el pago antes del inicio de cada módulo.
- Forma de pago particular y extranjeros es a través de transferencia bancaria o tarjeta de crédito (webpay).
- El valor del Programa en dólares es referencial (\$800) y podrá variar dependiendo el tipo de cambio publicado por la U. de Chile.
- Todos los alumnos deberán tener pagado el Programa en su totalidad, antes del término del último módulo; 10 de enero 2022.

En caso de retiro del Diploma, el valor de la inscripción no es reembolsable. El Diploma en Geo-Minero-Metalurgia no cuenta con franquicia SENCE.

Certificado

A la aprobación de todos los requisitos de este Programa, el estudiante recibirá un Diploma de Postítulo en Geo-Minero-Metalurgia, emitido por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Contacto

Ingrid Thiele – Verónica Möller
diploma@minas.uchile.cl
Departamento Ingeniería de Minas
Universidad de Chile

Observaciones

1. Los organizadores se reservan el derecho a cancelar el Diploma, si los inscritos no se ajustan a un número mínimo necesario y/o por motivos de fuerza mayor.
2. Ante la eventualidad del retiro de algún docente, el Programa se compromete a encontrar un reemplazante adecuado.





Anexo

Programa Académico

Diploma

Geo Minero Metalurgia





MODULO 1 – Modelos geológicos de Yacimientos - Muestreo

Profesores: Brian Townley – Eduardo Magri – Antoni Magri

Modelos geológicos de Yacimientos - Profesor Brian Townley

OBJETIVOS: Entregar a los alumnos las herramientas necesarias para reconocer, clasificar e interpretar litología, tipos y estilos de alteración y mineralización hidrotermal, y en base a dichas características estimar los efectos e impactos que pueden generar en la cadena de producción minera. Esto permite al participante tener una base crítica para entender lo que ve directamente en terreno, en superficie o sondaje, y el cómo esta información se emplea para la generación de modelos geológicos y como se aplica a modelación geometalúrgica.

CONTENIDOS

- a) Introducción
 - o El Negocio Minero
 - o Conceptos y definiciones
- b) Caracterización geológica de yacimientos
 - o Clasificación morfológica de yacimientos minerales
 - o Alteración hidrotermal
 - o Mineralización y estilos de mineralización
- c) Modelos de yacimientos
 - o Pórfidos cupríferos
 - o Skarns
 - o Estratoligados de Cobre
 - o Óxidos de hierro-cobre-oro (IOCG)
 - o Epitermales de metales preciosos

Muestreo – Profesores Eduardo Magri – Antoni Magri

OBJETIVOS

Presentar los conceptos teóricos y prácticos de muestreo y control de calidad aplicables a exploración geológica, control de leyes y ensayos metalúrgicos en minería (pozos de tronadura y planificación de corto plazo).

El curso cubrirá las herramientas típicamente utilizadas en el diseño y control de protocolos de toma y preparación de muestras además de control y aseguramiento de calidad para los diversos tipos de muestras necesarias para la caracterización de recursos y reservas mineras. Los conceptos se verán en más detalle a través de aplicaciones prácticas que los participantes deberán desarrollar con datos reales, por lo que es altamente recomendable que los participantes cuenten con un laptop con programa Excel.

CONTENIDOS

- Introducción: muestreo en exploración y producción, revisión de equipos de toma y preparación de muestras.
- Definiciones de términos utilizados en teoría de muestreo
- Definición de los distintos tipos de errores de muestreo: Error fundamental, errores asociados a segregación, errores de delimitación y extracción, error de preparación y error analítico.





- Conceptos de heterogeneidad de constitución y distribución y estudio del error fundamental.
- Métodos paramétrico y experimental para la determinación de la constante de muestreo.
- Construcción de nomogramas
- Optimización de protocolos de toma y preparación de muestras de exploración, muestras para ensayos metalúrgicos y pozos de tronadura – caso del cobre.
- Ejercicios prácticos de optimización de protocolos de toma y preparación de muestras de exploración, muestras para ensayos metalúrgicos y pozos de tronadura.
- Diseño de torres de muestreo para la determinación de la ley de cabeza en plantas de lixiviación en pilas.
- Introducción al control y aseguramiento de calidad (QA/QC)
- Tipos de control aplicados en muestreo
- Tratamiento de resultados para duplicados
- Tratamiento de resultados para estándares
- Ejercicios prácticos con datos reales para ilustrar el tratamiento estadístico de datos de QA/QC (duplicados y estándares).
- Muestreos especiales: pilas agotadas, acopios, etc.
- Conclusiones generales.

MODULO 2 –Análisis Estadístico de Datos - Evaluación de Recursos y Reservas

Profesores: Xavier Emery – Mohammad Maleki

Análisis Estadístico de Datos – Profesor Xavier Emery

OBJETIVOS

Este curso busca entregar conocimientos teóricos y prácticos para estudiar, modelar e interpretar datos procedentes de muestreo, de experimentos o pruebas industriales.

Dirigido a ingenieros de minas, metalurgistas y geólogos cuya labor requiere del diseño de experimentos, análisis de datos, prueba de hipótesis o modelamiento de relación entre variables.

Las herramientas y conceptos se aplicarán a través de ejercicios prácticos con el programa Excel.

CONTENIDOS

- Fundamentos de estadística
- Calidad de datos
- Estadística comparativa
- Análisis de varianza
- Métodos de mínimos cuadrados





Evaluación de Recursos – Profesor Mohammad Maleki

OBJETIVOS

Entregar a las y los alumnos las herramientas necesarias para realizar un análisis exploratorio de datos, definir las unidades de estimación, comprender y cuantificar la continuidad espacial de las leyes, integrarlas con distribución de propiedades geometalúrgicas, e incorporar estas medidas en los procedimientos de estimación de recursos y/o reservas mineras, mediante la construcción de un modelo de bloques de leyes e integración con modelos geometalúrgicos. Esto permite al participante tener una base crítica para analizar los procesos que se realizan con esta información en las etapas de planificación siguientes.

CONTENIDOS

- Análisis exploratorio de datos
- Modelamiento de la continuidad espacial
- Estimación local de recursos y/o reservas mineras
- Validación de los modelos de recursos y/o reserva mineras
- Códigos internacionales para el reporte y clasificación de recursos y reservas
- Modelamiento de la incertidumbre geológica

MODULO 3 - Fundamentos de Procesos Mineralúrgicos

Profesores: Jaime Sepúlveda – Gonzalo Montes

OBJETIVOS

El objetivo del curso es dar a conocer y aplicar los fundamentos de los procesos mineralúrgicos de la industria del cobre, con un enfoque integrado geo-minero-metalúrgico. Comprender y analizar operaciones y procesos mineralúrgicos, utilizando una visión integrada de la caracterización del recurso mineral. Analizarán y profundizarán los fundamentos de los distintos procesos industriales de procesamiento de minerales, desde la fragmentación hasta la separación selectiva de minerales, integrando aspectos geológicos, mineros y mineralúrgicos, así como la separación selectiva de minerales y sus procesos anexos.

CONTENIDOS

Conminución y clasificación - Profesor Jaime Sepúlveda

- Terminología y Conceptos Básicos
- Las Leyes de la Conminución
- Hidroclasificación
- Molienda Convencional
- Clasificación Óptima (La “Cuarta Ley” de la Molienda)
- Molienda SAG
- Rodillos de Alta Presión (HPGR)
- Consumos de Bolas





Concentración - Profesor Gonzalo Montes:

Concentración por Flotación

- Definición del proceso – ¿Cómo hoy lo entendemos?
- Relevancia de la mineralogía y las dificultades detrás del uso de técnicas de análisis.
- Balances metalúrgicos y determinación de la eficiencia del proceso de flotación. ¿Por qué es tan difícil aumentar la eficiencia de este proceso?
- Casos reales – valores clásicos de parámetros de flotación relacionados con la eficiencia del proceso.
- Celdas agitadas mecánicamente, bancos de N celdas, celdas columnares, etapas de flotación, flotaciones colectiva y selectiva.
- Curva potencial de separación y modelos matemáticos (ventajas y desventajas en su uso).
- Mediciones y modelos, ¿Por qué los modelos no permiten predecir la eficiencia de proceso? – El rol de la química en el proceso.
- Test de flotación batch; test de ciclo abierto y cerrado - Cinética batch y en continuo y escalamiento.
- Aplicaciones varias a procesos de flotación de minerales de Cu – Mo. Variables que considerar como de primera línea y de segunda línea.

Separación Sólido – Líquido – Profesor G. Montes

- Separación sólido líquido, espesamiento, filtración de concentrados.
- Reactivos químicos utilizados.
- Casos reales relacionados con el manejo de concentrados y mineroproducidos.

MODULO 4 - Fundamentos de Procesos Metalúrgicos

Profesores: Gonzalo Montes – Leandro Voisin

OBJETIVOS

Aprender los fundamentos fisicoquímicos de procesos metalúrgicos relacionados con la producción industrial de cobre metálico a partir de minerales que lo contienen.

Se abordarán temas concernientes a procesos Hidro-Piro-Electro-metalúrgicos considerando sus operaciones unitarias de lixiviación, extracción por solvente y electro-obtención por una parte y de fusión, conversión y refinado por otra, respectivamente, además del tratamiento de efluentes y materiales complejos.

Se espera que, al término del curso, los asistentes obtengan una visión global e integral de los procesos, teniendo algunas herramientas simples para la evaluación y mejoramiento del estatus actual industrial de las operaciones involucradas, desde la perspectiva de reconocer las incidencias geológicas, mineras y metalúrgicas en la eficiencia de los procesos industriales.





CONTENIDOS

Parte 1- Profesor Gonzalo Montes

- Procesos de metalurgia extractiva de cobre.
- Visión integral geología-minería-metalurgia, procesos y tecnologías para minerales oxidados, mixtos y sulfurados, mercados y centros de producción, perspectiva histórica de procesos y tecnologías metalúrgicas.
- Operaciones metalúrgicas desde los fundamentos hasta la aplicación de estos: lixiviación (química y bacteriana) de minerales en pilas y de concentrados en reactores; extracción por solventes y electroobtención de cátodos.
- En el curso se estudiarán lecturas relevantes a algunos procesos y se proveerá de una herramienta computacional relacionada con la especiación de soluciones acuosas y su relevancia para el estudio de los sub-procesos abordados.
- El curso también considera la realización de experimentos de laboratorio demostrativo relacionados con la línea hidrometalúrgica del cobre.

Parte 2: Profesor Leandro Voisin

- Concepto Geo-Minero-Metalúrgico
- Minería en Chile compendio al año 2018, producción y participación respecto al mundo subdividido en áreas de la metalurgia extractiva.
- Diploma GMM
- Fundamentos de Procesos Metalúrgicos Aplicados a Minerales de Cobre
- Operaciones metalúrgicas (Conceptos y parámetros operacionales): secado, tostación, fusión, conversión, refinación a fuego, electro refinación
- Conceptos de tratamiento de pasivos de fundición: Estabilización de arsénico, tratamiento de polvos de fundición, escorias, gases y materiales complejos.

MÓDULO 5 - Diseño Minero

Profesores: Javier Vallejos – Raúl Castro

OBJETIVOS

El curso de diseño minero busca cubrir los fundamentos teóricos y prácticos del diseño minero subterráneo y de cielo abierto integrando los modelos geológicos, de recursos y reservas y la caracterización geotécnica con las variables productivas del negocio minero.

El curso busca cubrir las herramientas de diseño actualmente utilizadas en los diferentes métodos de explotación tanto de minería en superficie como subterránea, esto según las condiciones geológicas y la distribución de reservas y recursos. Finalmente, el curso presentará casos de estudio que permitirán al alumno comprender la relevancia de cada uno de los parámetros Geo-Minero-Metalúrgicos que influyen en el diseño minero.

Al finalizar el curso el/la participante aprenderá a interpretar modelos geológicos, geometalúrgicos y geotécnicos y aplicará las herramientas adquiridas en el curso de modo de





generar un diseño minero que sea seguro y cumpla con los requerimientos productivos de un proyecto minero.

El alumno aprenderá las diferentes geometrías que hoy día se utilizan para explotar un yacimiento minero, esto según características de explotación óptima de yacimientos en función de su tipo, de la distribución de recursos y reservas y la profundidad a las cuales estas se encuentran.

- El alumno aprenderá a interpretar un modelo geotécnico en función de los cálculos de estabilidad requeridos en los diseños que se utilizan en los diferentes métodos de explotación.
- El alumno aprenderá técnicas y herramientas para estimar factores de seguridad, recuperación minera, dilución y utilización del yacimiento en función de un diseño y un yacimiento dado.
- El alumno entenderá la relevancia del concepto de sistemas mineros en que se integran el yacimiento, el diseño minero, los equipos y el programa de producción minero como un solo concepto.

CONTENIDOS

Parte Profesor Javier Vallejos

- 1) Fundamentos del Diseño Minero
 - Modelo geológico, geometalúrgico y geotecnia para el diseño
 - Fundamentos de mecánica de rocas
 - Calificación de macizos rocosos
 - Actividades prácticas
 - Ejercicios en Roclab/Examine2D
- 2) Diseño de taludes en roca
- 3) Fundamentos de Diseño de Métodos Cielo Abierto
 - Introducción diseño en minería a cielo abierto
 - Fundamentos de perforación y tronadura
 - Fundamentos de carguío y transporte en minería a cielo abierto

Parte Profesor Raúl Castro

- 4) Fundamentos del Diseño de Métodos Subterráneos
 - Introducción métodos de explotación subterráneos
 - Diseño de unidades básicas de explotación (caseros y pilares)
- 5) Descripción de métodos de explotación masivos subterráneos





MODULO 6 - Introducción a la Planificación Minera / Evaluación de Proyectos Mineros

Profesores: Sebastián Troncoso – Marcelo Vargas

Introducción a la Planificación Minera – Profesor Sebastián Troncoso

OBJETIVOS

Este curso entrega los conocimientos necesarios para entender las componentes del proceso de planificación minera y sus diferentes horizontes. La actividad permite comprender los diferentes métodos de explotación y las herramientas analíticas para poder construir una envolvente económica y un programa de producción minero a partir de un yacimiento caracterizado por un modelo de bloques geológico y geometalúrgico, considerando las restricciones relativas a disponibilidad de capitales y productividad de equipos habituales del proceso.

Al finalizar el curso el / la participante será capaz de:

- Identificar, entender y aplicar los conceptos y métodos analíticos utilizados en la planificación minera.
- Conocer las componentes del proceso de planificación minera y sus diferentes horizontes, juntos a los desafíos que propone cada uno de ellos.
- Comprenderá la relación entre los métodos de explotación y productividad de un sistema minero.
- Conocerá y aplicará las fuentes de incertidumbre del proceso de planificación minera.

CONTENIDOS

1. Introducción a la planificación minera

- a) Preliminares. Breve resumen de evaluación de proyectos. Tipos de planificación. El proceso de planificación. Plan minero y plan de producción.
- b) Definición económica de mineral. Evaluación económica de un bloque. Modelos simples de valorización para el largo plazo. Multiproducto y múltiples procesamientos.
- c) Leyes de corte. Ley de corte marginal y ley de corte crítica. Curva tonelaje ley.

2. Envolvente económica

- a) Plan Minero. Componentes del plan minero.
- b) Metodología estándar de planificación. Envolvente económica. Diseño. Agendamiento. Plan de producción. Evaluación económica.
- c) Envolvente económica. Problema del rajo final. Restricciones de talud. Cómputo de la envolvente económica a cielo abierto. Determinación de footprint en block y panel caving.





3. Plan de producción y valorización económica de un plan

- a) Diseño. Rajos anidados. Selección de pushbacks. Diseño de fases.
- b) Agendamiento de la producción. Best & Worst case.
- c) Evaluación económica. Costeo. VAN de un plan de producción.

4. Otros tópicos

- a) Optimización y planificación minera. Optimización de la ley de corte. Modelos de optimización en minería. Blending.
- b) Planificación bajo incertidumbre. Análisis de riesgo. Decisiones bajo incertidumbre. Simulación de eventos discretos.

Gestión y Evaluación de Proyectos Mineros – Profesor Marcelo Vargas

OBJETIVOS

El objetivo básico del curso es proporcionar una visión general de la Gestión de Proyectos con énfasis en la práctica de la empresa minera de hoy, entregando al alumno la definición de un proyecto minero y los principales actores/agentes. El curso entregará definiciones y herramientas que permitirán al alumno entender y evaluar de manera general la factibilidad técnica y rentabilidad de los proyectos mineros. El alumno podrá diferenciar a través de la etapa del proyecto y de indicadores técnico/económicos la calidad de un proyecto. Para facilitar el entendimiento de cada uno de estos indicadores y conceptos se utilizarán casos de estudio de proyectos mineros de la actualidad.

Al finalizar el curso el alumno será capaz de entender las etapas de un proyecto minero, e identificar cuáles son las mejores prácticas para asegurar la continuidad de los proyectos, manteniendo al mínimo las desviaciones en cuanto a costos y en cuanto a plazos.

CONTENIDOS

1. Escenario Mundial

- a) Presentación del curso - Introducción
- b) Contexto - Desafío - Abordaje
- c) Chile país minero

2. Mercado e Innovación

- a) Industria Minera Moderna
- b) Coyuntura del Mercado del Cobre
- c) Innovación en Grandes Empresas

3. Exploración - Costos

- a) Gastos en exploración
- b) Cash Cost

4. Agua - Energía

- a) El agua en la minería
- b) Consumo y tendencias en el uso del agua
- c) Desafíos y proyecciones del consumo de energía eléctrica





5. **Gestión de Proyectos**
 - a) Desarrollo de Proyectos
 - b) Índice FEL

6. **Prácticas de Incremento de Valor**
 - a) Control de Proyectos
 - b) VIP

TALLER DE SUSTENTABILIDAD Y RELAVES

Sustentabilidad - Profesor: Jacques Wiertz

CONTENIDOS

- Importancia del tema ambiental
- Ética ambiental y desarrollo sustentable
 - Recursos y reservas
- Impactos ambientales
 - Caracterización
 - Impactos ambientales de los procesos mineros y metalúrgicos

Relaves – Profesor Christian Ihle

CONTENIDOS

- a) Reología de suspensiones
 - relevancia de la reología
 - definiciones generales
 - fluidos no-Newtonianos, dependientes e independientes del tiempo
 - rol de la química del agua
 - rol de la fase sólida (gruesos, finos y ultrafinos)
- b. Tipos de relaves
 - relación con contenido de agua
 - relación con la reología
 - contexto legal nacional y definiciones internacionales
- c. Transporte hidráulico de sólidos a través de largas distancias
 - nociones fundamentales
 - infraestructura en concentrados y relaves convencionales
- d. Recuperación de agua en planta
 - Algunas cifras de consumo de agua en la industria minera chilena
- e. Sedimentación, espesamiento y floculación
 - aspectos fundamentales de sedimentación
 - espesamiento vs sedimentación: ejemplo simple
 - rol de floculantes
 - rol de arcillas y otros ultra finos en el sistema





f. Espesadores

- análisis de componentes de espesador (tecnología)
- operación de espesadores
- conexión de espesadores con geometalurgia

g. Recuperación de agua desde depósitos de relaves

h. Introducción a depósitos de relaves

- tipos de construcción
- contexto legal
- estabilidad física y estabilidad química (definiciones)

i. Orígenes de pérdidas de agua en depósitos de relaves

j. Infraestructura de recuperación de agua en depósitos de relaves

ESTUDIO DE CASO

Profesores: Antoni Magri y Brian Townley

El objetivo general del Estudio de Caso es desarrollar en el estudiante la capacidad y visión crítica para elaborar una evaluación global de un proyecto minero (en base a un informe NI 43-101), esto desde una perspectiva geo minero metalúrgica y en función de todos los aspectos que determinan la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de un proyecto minero. Se espera que el/la estudiante, a partir del estudio de los diversos aspectos de un proyecto minero, estos vistos progresivamente, módulo a módulo, pueda realizar un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA) en base a un Informe Técnico Minero de un proyecto (NI43-101), y presentar este análisis a modo de revisión y recomendación experta a potenciales inversionistas simulados (cuerpo académico y compañeros).

Los participantes del programa deberán ser capaces de:

- Analizar las materias de cada curso/módulo del programa integrando conceptos y herramientas a ser aplicados en el análisis de su estudio de caso.
- Demostrar capacidad de análisis y comprensión de cada uno de los capítulos del informe NI 43-101, con énfasis en aquellas temáticas relacionadas con Geo Minero Metalurgia y vistos en los distintos módulos del programa.
- En base a un análisis crítico de los diversos capítulos del informe en estudio, aplicar los conocimientos adquiridos en cada módulo, para detectar la existencia de fortalezas y/o debilidades, como también las oportunidades y/o amenazas que pueda presentar un proyecto minero, esto desde la perspectiva geo minero metalúrgica y aplicando los conocimientos adquiridos en los módulos que correspondan.
- Exponer y presentar su Caso de Estudio a los profesores y compañeros del curso.
- Concluir con respecto a la confiabilidad de los datos, información y conclusiones del informe NI 43-101, centrado en temáticas de Geo Minero Metalurgia, sobre la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de un proyecto minero, generando recomendaciones a potenciales inversionistas simulados (cuerpo académico y compañeros).
- Participar en la evaluación del trabajo de los compañeros y en la discusión de estos.





Metodología

Al inicio del Diploma el comité Académico distribuirá los Casos de Estudio. Cada participante debe seleccionar un caso de estudio específico obtenido de la base de datos de informes NI 43-101 (SEDAR, <http://www.sedar.com/>).

Dichos informes son un instrumento legal de estandarización usado en Canadá para presentar diversas etapas de proyectos mineros (prefactibilidad, factibilidad, etc.) y su publicación es requisito para aquellas empresas que transan sus acciones en las bolsas de Canadá (Toronto o Vancouver, por ejemplo). Estos informes son empleados por inversionistas y empresas del área minera para efectos de evaluar oportunidades de inversión o bien de adquisición de proyectos mineros, elaborados bajo un marco legal vinculante y de estricta revisión y fiscalización.

Posteriormente en cada uno de los módulos, l@s participantes tendrán una evaluación relativa a la aplicación de lo visto en clases al caso de estudio. Esta evaluación podrá consistir en una pregunta en el examen y/o una pregunta relativa a la aplicación de lo visto en clases al su caso de estudio. Se busca evaluar, en forma progresiva, los niveles de comprensión desarrollados en los módulos de cursos terminados, respecto de la capacidad de revisión y comprensión de sus estudios de caso respectivos.

Durante el desarrollo del Programa, cada estudiante deberá leer y analizar su informe NI 43-101, formando una opinión crítica de los métodos usados y resultados reportados. Se aconseja leer los capítulos correspondientes, antes del inicio de los cursos respectivos del Diploma.

Al finalizar el programa, en abril 2021, expondrán un resumen y el análisis FODA de su informe NI 43-101 al cuerpo académico. Los estudiantes deberán incorporar la información pertinente de cada curso en esta presentación.

Durante la presentación final l@s estudiantes deberán tener la capacidad de sintetizar en un tiempo no mayor a 15 minutos el análisis y conclusiones de su Estudio de Caso, seguido de una ronda de preguntas del comité académico y compañeros asistentes.

Podrán solicitar orientación de los profesores del Programa GMM por e-mail o en persona, durante los periodos de clases.

La presentación Final debe incluir los siguientes aspectos:

- Antecedentes acerca del área propuesta para estudio, explicando por qué es interesante
- Descripción de los temas específicos a presentar
- Alcance y limitaciones del estudio
- Posible confidencialidad de la información y resguardos necesarios
- Análisis FODA del proyecto en estudio, esto desde una perspectiva geo minero metalúrgica, orientado a una evaluación crítica de la viabilidad técnica, económica, social y ambiental del proyecto en estudio
- Conclusiones y recomendaciones basadas en los conocimientos expertos adquiridos en el programa, considerando que estas las realizan a potenciales inversionistas o empresas interesadas en la adquisición de proyectos.





Trabajo entre sesiones

Entre los cursos del programa, los estudiantes deberán contactar a su supervisor en al menos 2 ocasiones. En lo posible los contactos deberán ser en persona o de lo contrario algún método alternativo de comunicación deberá ser establecido (Skype, google talk, etc.). El propósito de estas reuniones de trabajo es asegurar y potenciar su desarrollo del Estudio de Caso.

