



## 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Explotación de Minas II
Clave de la asignatura:	MIL-1309
SATCA <sup>1</sup> :	4-1-5
Carrera:	Ingeniería en Minería

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Minería los conocimientos teóricos y prácticos para el aprovechamiento óptimo de los recursos minerales que le permita conocer, analizar, proyectar, dirigir y supervisar la explotación de un yacimiento mineral. Se apoya en la mayoría de las asignaturas que le anteceden en el plan de estudio de la carrera como es el caso de geometría descriptiva, tics, topografía de minas, estudio del trabajo y calidad, legislación minera, sistemas hidráulicos y neumáticos, geología de minas, ventilación de minas, mecánica de rocas, Explotación de Minas II entre otras.</p> <p>Así mismo el empleo de los distintos sistemas de minado de acuerdo a la génesis, ubicación y características morfológicas del yacimiento mineral, atendiendo las etapas de explotación de minas como es la perforación, pegada, tronada, cargado, transporte y operaciones auxiliares como es la ventilación, acuñadora y fortificación de acuerdo a la infraestructura y condiciones de la mina, sin olvidar la seguridad e integridad del recurso humano, equipamiento e instalaciones salvaguardando el medio ambiente.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El programa de la asignatura de explotación de minas II se organiza en seis temas en los cuales se consideran aspectos teóricos y prácticos con la intención de que el estudiante consolide este conocimiento de la mejor manera ya que son actividades que realizará permanentemente durante su desempeño profesional.</p> <p>En el primer tema se analizan los principales métodos de explotación utilizados en mina subterránea atendiendo sus características primordiales.</p> <p>En el segundo tema se analizan los principales métodos de explotación a cielo abierto.</p> <p>En el tercer tema se conocen y diseñan los principales elementos de la explotación a cielo abierto resaltando las rampas, bermas, taludes y botaderos.</p> <p>En el cuarto tema se conoce la clasificación y característica de los tiros verticales e inclinados atendiendo los tipos de fortificación y ademe más utilizados en este tipo de desarrollos.</p> <p>En el quinto tema se analiza las acciones que conlleva la actividad de rezagado, equipo utilizado y obras que se utilizan en función del tipo de explotación aplicado.</p> <p>En el sexto tema se atiende los sistemas de extracción del mineral al exterior de la mina el cual puede ser por camión de volteo, bandas transportadoras, locomotoras, manto por Skip o calesa.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Finalmente, en el séptimo tema se describen las características del equipo de trabajo utilizado en cada una de las áreas, atendiendo el orden secuencial de las diferentes etapas de explotación, así como los accesorios utilizados en la fortificación de la mina.

El docente que imparta la asignatura de Explotación de minas II debe cumplir con el perfil profesional ya que debe mostrar conocimientos, experiencia y estar comprometido en esta área del saber para que le transmita al estudiante el entusiasmo por consolidar la carrera y resaltar las opciones de especialidad que puede desarrollar en un futuro inmediato.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro, del 29 de enero al 1 de febrero de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Querétaro, Superior de Cajeme, Superior de Cananea, Superior de Fresnillo, Superior de Irapuato, Superior de Mulegé, Superior de Loreto, Superior de Santiago Papasquiaro, Superior de Poza Rica, Superior de Tacámbaro, Superior de Venustiano Carranza, Superior de Zacatecas Occidente, Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V. y Fresnillo PLC.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.
Desarrollo en Competencias Profesionales por el Instituto Tecnológico del 11 de febrero al 8 de marzo de 2013.	Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, Superior de Zacatecas Occidente y Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.
Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro, del 16 al 19 de abril de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Querétaro, Superior de Cajeme, Superior de Cananea, Superior de Fresnillo, Superior de Irapuato, Superior de Mulegé, Superior de Loreto, Superior de Santiago Papasquiaro, Superior de Poza Rica, Superior de Tacámbaro, Superior de Zacatecas Occidente, Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V. y Fresnillo PLC.	Reunión Nacional de Consolidación de la Carrera de Ingeniería en Minería del SNIT.



Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Parral, Superior de Fresnillo, Superior de Santiago Papasquiaro y Superior de Zacatecas Occidente.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.
--	---	---

#### 4. Competencia a desarrollar

Aplica los diferentes métodos de explotación de mina subterránea y a cielo abierto para una extracción segura y productiva, planeando y supervisando procesos de acarreo y manto cumpliendo con los parámetros de operación y requerimientos del plan de producción.

#### 5. Competencias previas

- Realiza planos y maquetas generales mediante proyecciones para representar el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional.
- Opera instrumentos topográficos con los que realiza levantamientos subterráneos en mina, para posteriormente desarrollar los cálculos y hacer la representación gráfica por medio de software especializado.
- Analiza las características de operación de las diferentes máquinas eléctricas, así como los equipos de control y de protección de éstas, para identificar problemas y proponer soluciones en la industria minera.
- Diseña e implementa los sistemas de ventilación requeridos en una obra minera, así como supervisarlos y controlarlos ya sean de origen natural o artificial, asegurando que las condiciones del ambiente de trabajo sean las más adecuadas, para mejorar el desempeño del trabajador y poder explotar los recursos minerales de manera segura y eficiente.
- Aplica los conocimientos básicos de las TIC's que se relacionan con el desempeño de su profesión para proponer diferentes alternativas de solución a problemas en la industria minera.
- Evalúa las propiedades físicas y mecánicas de las rocas y de los macizos rocosos para determinar sus características de acuerdo con los esfuerzos ejercidos por las excavaciones, obras mineras y estructuras existentes en el terreno.
- Conoce las características de operación de los sistemas hidráulicos, neumáticos, electrohidráulicos y electroneumáticos para su manejo y la solución de problemas en la Industria Minera.
- NOM-023-STPS-2012 Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Clasificación de los métodos de minado subterráneo.	1.1 Corte y relleno con tepetate, con arenas y gravas y relleno hidráulico con jales. 1.2 Tumbe sobre carga. 1.3 Tumbe/rebajes abiertos por subniveles en vetas anchas y angostas. 1.4 Hundimiento por subniveles. 1.5 Hundimiento por bloques 1.6 Rebanadas descendentes 1.7 Vertical Crater Retreat VCR 1.8 Cuartos y pilares con sus variaciones.



		1.9 Square set (cuadros de madera). Frentes largas y cortas (Minas de carbón y Yacimientos en mantos). 1.10 Métodos especiales (proceso Frasch, disolución con agua y lixiviación).
2	Métodos de minado a cielo abierto	2.1 Minado de placeres 2.1.1 Bateas y canalones 2.1.2 Minado hidráulico 2.1.3 Dragado 2.2 Minado a tajo abierto 2.2.1 Bancos individuales 2.2.2 Bancos múltiples 2.2.3 Descapote de mantos 2.2.4 Explotación de canteras 2.3 Glory hole
2	Diseño de elementos de una explotación a cielo abierto.	2.1 Diseño de rampas (Bancos). 2.2 Bermas. 2.3 Taludes. 2.4 Botaderos (vertedores). 2.5 Equipo utilizado.
3	Desarrollo de Tiros.	3.1 Tiros verticales e inclinados. 3.2 Localización y forma del tiro. 3.3 Perforación de tiros. 3.4 Ademe y fortificación en tiros. 3.5 Perforación de inclinados. 3.6 Ademe y fortificación de inclinados. 3.7 Mantenimiento de tiros y galerías.
4	Sistema de Rezagado.	4.1 Rezagado con Scoop Tram (cargador frontal de bajo perfil). 4.2 Tolvas de gruesos y finos.
5	Sistema de Extracción.	5.1 Extracción por camión de volteo 5.2 Extracción por bandas 5.3 Extracción por Locomotora 5.4 Extracción con Skip (Manteo)
6	Maquinaria y equipo en cada una de las etapas de minado.	6.1 Maquinaria y equipo utilizado en explotación a cielo abierto 6.2 Maquinaria y equipo utilizado en mina subterránea 6.3 Maquinaria y equipo utilizado en la extracción de mineral y fortificación.

#### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Clasificación de los métodos de minado subterráneo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: Identifica el método de minado para su explotación de acuerdo con la profundidad, forma del yacimiento mineral y sus características geológica-estructurales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar los distintos tipos de sistemas de minado utilizados en la explotación de mina subterránea apoyándose en la bibliografía propuesta y consultando en direcciones electrónicas del ramo especializado.</li> </ul>



Genéricas: Conocimientos generales básicos. Conocimientos básicos de la carrera. Comunicación oral y escrita en su propia lengua. Capacidad de análisis e interpretación de fenómenos naturales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer las características propias de cada uno de los métodos más importantes del minado subterráneo.</li><li>• Elaborar bosquejos gráficos de los métodos de minado subterráneo más comunes para una discusión grupal.</li></ul>
<b>2. Métodos de minado a cielo abierto.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
Específica: Identifica y aplica el método de explotación a cielo abierto a desarrollar de acuerdo con la profundidad, forma del yacimiento mineral y sus características geológica-estructurales.  Genéricas: Conocimientos generales básicos. Conocimientos básicos de la carrera. Comunicación oral y escrita en su propia lengua. Capacidad de análisis e interpretación de fenómenos naturales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buscar en diferentes fuentes bibliográficas los tipos y características de los yacimientos minerales propicios para explotar a cielo abierto.</li><li>• Realizar una búsqueda bibliográfica para decidir el tipo de método a utilizar de acuerdo a las condiciones geométricas y geológicas del yacimiento.</li><li>• Describir gráficamente los cuerpos mineralizados y el método de explotación a implementar, utilizando software de diseño asistido por computadora investigar los distintos tipos de sistemas de minado utilizados en la explotación de mina a cielo abierto apoyándose en la bibliografía propuesta y consultando en direcciones electrónicas.</li><li>• Conocer las características propias de cada uno de los métodos más importantes del minado cielo abierto.</li><li>• Realizar una maqueta de una explotación a cielo abierto a escala.</li><li>• Dibujar en un programa de software los métodos de explotación a cielo abierto.</li></ul>
<b>3. Diseño de elementos de una explotación a cielo abierto.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
Específica: Aplica conocimiento topográfico para el diseño de rampas, taludes, bermas y bancos de explotación que le permita calcularlos y representarlos en planta y secciones longitudinales.  Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los distintos tipos de sistemas de minado utilizados en la actualidad en minas a cielo abierto (Open Pit) en la bibliografía y en artículos científicos y tecnológicos del área específica.</li><li>• Calcula los índices de estabilidad que determinan el comportamiento de los taludes en un banco.</li><li>• Elaborar bosquejos en planta y perfil que permita visualizar los elementos principales que componen a un tajo de explotación minera.</li></ul>





4. Desarrollo de Tiros.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Conoce el desarrollo de un tiro para la extracción de mineral y las partes de que se componen los sistemas de extracción.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar la infraestructura en la construcción y adecuación de tiros para el acceso, ventilación y extracción de mineral.</li><li>• Calcular el plomeo que se requiere en la construcción de tiros verticales y contrapozos.</li></ul>
5. Sistema de Rezagado.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Comprende la metodología de rezagado para retirar el material de escombros generado por la tronada en una frente de desarrollo.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los distintos tipos de sistemas de minado utilizados en minas subterráneas apoyándose en la bibliografía propuesta en artículos científicos y tecnológicos del área específica con el apoyo de las tecnologías.</li><li>• Diferenciar las características propias.</li><li>• Elaborar bosquejos gráficos de los métodos de minado subterráneo más comunes.</li></ul>
6. Sistema de Extracción.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce el tipo de extracción más adecuado de acuerdo con el tipo de mina para optimizar el transporte del material explotado.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los distintos tipos de extracción utilizados en minas subterráneas apoyándose en la bibliografía propuesta en artículos científicos y tecnológicos del área específica con el apoyo de las tecnologías.</li><li>• Diferenciar las características propias de cada uno de ellos.</li><li>• Elaborar bosquejos gráficos de los métodos de extracción más comunes.</li></ul>
7. Maquinaria y equipo en cada una de las etapas de minado.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Conoce la maquinaria y equipo más utilizado en el ámbito minero para optimizar mejor su funcionamiento y conservación.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los distintos tipos de maquinaria y equipos utilizados en las áreas de explotación de mina subterránea, cielo abierto, en función de la actividad por realizar.</li></ul>

#### 8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"><li>• Visitas guiadas a unidades mineras para conocer las obras y los sistemas de explotación de minado y equipo que se utilizan en distintas unidades mineras subterráneas.</li><li>• Visitas guiadas a unidades mineras para conocer los elementos y el sistema de explotación de minado y equipo que se utiliza en unidades mineras a cielo abierto (Open Pit).</li><li>• Reconocimiento del diseño y funcionamiento de tiros e inclinados, evaluando el sistema de fortificación para garantizar la seguridad.</li></ul>
--



- Elaborar un informe secuencial de las diversas actividades realizadas en un proceso de explotación de minas tanto a cielo abierto como subterránea, haciendo hincapié en la maquinaria, equipo y accesorios utilizados.
- Calcular índices que influyen en la estabilidad de taludes.
- Elaborar maquetas que le permita visualizar las diferencias que existen entre los distintos métodos de explotación minera.

#### 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Se propone realizar un proyecto de maqueta a escala de los sistemas de explotación a cielo abierto y mina subterránea de alguna mina cercana.

#### 10. Evaluación por competencias

- Las técnicas, herramientas y/o instrumentos sugeridos que permiten obtener el producto del desarrollo, las actividades de aprendizaje serán: Mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, problemarios, reportes de visitas, portafolio de evidencias, proyecto integrador y cuestionarios.
- Las técnicas, herramientas y/o instrumentos sugeridos que me permite constatar el logro o desempeño de las competencias del estudiante serán: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, guías de observación, co-evaluación y autoevaluación.

#### 11. Fuentes de información

1. Bateman, A. (1982). *Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico*. (6ª. Ed). España: Ediciones Omega.
2. Bustillos, R. M. (1994). Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras.
3. Estruch, S. M. (2003). Topografía subterránea para minería y obras. España: Editorial UPC.
4. Llanque, M. O. (1999). Explotación subterránea: Métodos y casos prácticos.
5. López, J. C. (2005). Ingeniería del terreno. (INGEOTER 5). España: Editorial Carlos López Jimeno.



6. López, J. C. (2013). Manual de equipos de descombro en túneles. España: Proyectos, E.T.S.I. Minas, U.P.M.
7. López, J. C. y Bustillos, R. M. (1997). Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras. España: Editorial Carlos López Jimeno.
8. López, J. C. (2003). Manual de perforación y voladura de rocas. España: Editorial Carlos López Jimeno.
9. López, J. C. (2011). Manual de túneles y obras subterráneas. (2 tomos). España: U.D. Proyectos; E.T.S.I. Minas - Universidad Politécnica de Madrid.
10. Vidal, V. (2000). Explotación de minas. (3 volúmenes). España: Ediciones Omega
11. SMI: Reglamento general de normas básicas de seguridad minera. (2003). España: LITEAM.
12. Bernaola Alonso, José. (2013) *Perforación y voladura de rocas en minería*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid.
13. Herrera Herbert, Juan. (2006). *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid.