

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Mecánica de Rocas
<b>Clave de la asignatura:</b>	MIC-1320
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2 – 2 – 4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Minería

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Minería los conocimientos necesarios para describir las propiedades mecánicas e hidráulicas de las rocas así como las características relevantes de los distintos tipos de discontinuidades en los macizos rocosos.

La importancia de esta asignatura radica en la aplicación de diferentes métodos para realizar la clasificación y resistencia de un macizo rocoso, se encarga de comparar los distintos criterios de ruptura que se presentan en la mecánica de rocas, evalúa la resistencia al corte de fracturas y su influencia en la estabilidad de una obra minera utilizando la red estereográfica e identifica el mecanismo de ruptura más probable en torno a una excavación subterránea, así mismo calcula los desplazamientos del terreno que resultan de hacer una excavación subterránea.

La relación de esta asignatura con asignaturas anteriores es la siguiente: Introducción a la Minería y Fundamentos de Geología ya que permite identificar la mecánica de formación de las rocas; la asignatura de Mineralogía le aporta los conocimientos necesarios para conocer los tipos de minerales, su tratamiento y clasificación, la Petrología le permite identificar los depósitos de rocas y los tipos de yacimientos, en el mismo semestre se apoyará de la Geología Estructural y Regional ya que le aporta las habilidades para la interpretación de las estructuras presentes en las rocas e identificar la presencia de fallas y zonas de debilidad estructural en un macizo rocoso.

### Intención didáctica

Esta asignatura se organiza en seis temas, los cuales parten del estudio y conocimiento de mecánica de rocas, usando diferentes casos para distinguir las clases de rocas, así como analizar el tipo de fallas tanto en minas subterráneas como de cielo abierto, dando solución a diferentes tipos de problemas que pueden ocurrir en el ámbito laboral.

En el primer tema se abordarán los conceptos básicos sobre aplicación y evolución de la mecánica de rocas, en el segundo tema se conocerán los métodos para la clasificación de macizos rocosos y estructuras geológicas, en el tema tres se abordarán las propiedades físicas de las rocas, haciendo cálculos de la resistencia a la ruptura y

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

comportamientos de las rocas, el tema cuatro consiste en métodos de excavación, así como la aplicación de los instrumentos para evaluar las mediciones de deformación y fallas de estructuras, el tema cuatro trata del cálculo y estabilidad de taludes mediante anclajes y cuñas para evitar caídas o desprendimientos de roca dentro y fuera de la mina, en el último tema se abordará la prevención de riesgos geológicos en obras subterráneas y superficiales, así como la aplicación de distintos software, empleados en la mecánica de rocas.

El estudiante debe poner atención especial en los trabajos que efectúa, desarrollando un sentido de responsabilidad en su estudio procurando cultivar aspectos como: actitud positiva y propositiva, puntualidad e interés.

Es conveniente que el docente de Mecánica de Rocas busque guiar a los estudiantes para que ellos aprendan a planificar y a involucrarse en el proceso de enseñanza haciéndolos cada vez más autosuficientes, enseñándolos a resolver los problemas que cotidianamente se presenta en la Ingeniería en Minería y específicamente la Mecánica de Rocas.

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

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones</b>
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	Academias de la carrera de Ingeniería en Minería de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Santiago Papasquiaro.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias

2013.		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: 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.

#### 4. Competencia a desarrollar

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.

#### 5. Competencias previas

Conoce las características estructurales y propiedades físicas de la corteza terrestre y del suelo, para su aplicación en estudios de mecánica de rocas y suelos. Así como, Describe los conceptos de las diferentes ramas de geología, minerales, diferentes tipos de rocas, placas tectónicas, volcanismo, terremotos, cambio terrestre, tiempo geológico para conocer su relación con el desarrollo de la sociedad contemporánea.

Identifica y determina las propiedades físicas, químicas y ópticas de los minerales, asociaciones, para su clasificación o tratamiento en un proceso de concentración.

Identifica y evalúa los tipos de emplazamientos y ambientes de depósito de las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas con los diferentes tipos de yacimientos a través de las disciplinas geológicas, especialmente la petrología para la futura explotación de los yacimientos minerales.

Valorar los rasgos geológicos - estructurales presentes en el macizo rocoso y visualizarlos en el subsuelo para llevar a cabo la explotación de los yacimientos.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción.	1.1 Antecedentes y evolución de la mecánica de rocas. 1.2 Definiciones de la matriz rocosa, reología, discontinuidades y macizo rocoso. 1.3 Fundamentos del estudio de la fracturación y el flujo de las rocas. 1.4 Diferencia entre roca intacta y macizo rocoso. 1.5 Influencia de la naturaleza de las rocas sobre la deformación. 1.6 Aplicaciones y limitaciones. 1.7 Presentación de casos, tipos de problemas en ingeniería de rocas.
2	Los macizos rocosos.	2.1 Tipos de estructuras geológicas. 2.2 Propiedades geomecánicas de las discontinuidades. 2.3 Procedimientos de reconocimiento del terreno. 2.4 Presentación de la información geológica y estructural. 2.5 Proyección estereográfica. 2.6 Métodos en uso para la clasificación de macizos rocosos (Índices: RMR, Q, GSI).
3	Resistencia y deformabilidad de la roca.	3.1 Introducción. 3.2 Conceptos básicos. 3.3 Propiedades físicas de la matriz rocosa. 3.3.1 Ensayos de laboratorio. 3.3.2 Comportamiento de muestras de roca. 3.3.3 Criterios de ruptura para roca. 3.3.4 Resistencia de roca. 3.3.5 Resistencia al corte (deslizamiento) de discontinuidades. 3.4 Modelos para estimar la resistencia y deformación de discontinuidades en terreno. 3.5 Resistencia de macizos rocosos.
4	Excavaciones subterráneas.	4.1 Métodos de excavación y sistemas de refuerzo o de sostenimiento. 4.2 Uso de la Teoría de Elasticidad para estimar la distribución de tensiones y las deformaciones en torno a excavaciones subterráneas.

		<p>4.3 Falla controlada por las estructuras.</p> <p>4.4 Falla controlada por el estado de tensiones.</p> <p>4.5 Instrumentación en túneles (Criterios para evaluar las mediciones de deformación).</p> <p>4.6 Estabilidad de túneles y obras subterráneas.</p>
5	Estabilidad de taludes.	<p>4.1 Métodos de excavación y sistemas de refuerzo o de sostenimiento.</p> <p>4.2 Uso de la Teoría de Elasticidad para estimar la distribución de tensiones y las deformaciones en torno a excavaciones subterráneas.</p> <p>4.3 Falla controlada por las estructuras.</p> <p>4.4 Falla controlada por el estado de tensiones.</p> <p>4.5 Instrumentación en túneles. (Criterios para evaluar las mediciones de deformación)</p> <p>4.6 Estabilidad de túneles y obras subterráneas.</p>
6	Aplicaciones.	<p>6.1 Obras superficiales y carreteras.</p> <p>6.2 Minería.</p> <p>6.3 Prevención de riesgos geológicos.</p> <p>6.4 Obras subterráneas.</p> <p>6.5 Instrumentación y control en mecánica de rocas.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Introducción.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Describe la importancia de la mecánica de rocas en la explotación de la minería para aplicarlo en los siguientes temas.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Recabar información sobre la mecánica de rocas aplicada en la minería subterránea y a cielo abierto.</p> <p>Conocer los valores típicos de las principales propiedades mecánicas e hidráulicas de las rocas.</p> <p>Realizar un mapa conceptual con la información obtenida a partir de la obtención de información.</p> <p>Organizar una exposición en plenario</p>

	donde los estudiantes den a conocer los trabajos realizados.
<b>2. Los macizos rocosos.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Categoriza las propiedades mecánicas de las rocas y los macizos rocosos, y la manera de identificar las estructuras en el terreno para predecir su comportamiento.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Realizar en campo la descripción de un macizo rocoso y lo clasificará de acuerdo a la calidad de la roca.</p> <p>Calcular las propiedades mecánicas de una roca ensayada en el laboratorio.</p> <p>Explicar cómo las discontinuidades (fracturas) afectan el comportamiento de un macizo rocoso.</p> <p>Elaborare una encuesta para entrevistar a un experto en el tema, cuyas preguntas deben ser relacionadas con los resultados obtenidos en el punto anterior.</p> <p>Exponer ante el grupo un método para la clasificación de macizos rocosos (Índices: RMR, Q, GSI).</p>
<b>3. Resistencia y deformabilidad de la roca.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Analiza las propiedades físicas de la matriz rocosa mediante pruebas físicas de resistencia en laboratorio para interpretar el comportamiento de las rocas a diferentes presiones.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Realizar pruebas con la máquina universal de diferentes tipos de rocas y reconocer la importancia de la calidad y las características de la roca.</p> <p>Usar los procedimientos necesarios para evaluar la resistencia al corte de fracturas.</p> <p>Realizar pruebas in situ en minas de la región.</p>
<b>4. Excavaciones subterráneas.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Evalúa los tipos de esfuerzos a los que está expuesto el terreno al realizar excavaciones para prever la manera de estabilizarlos.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas.</p>	<p>Utilizar los diferentes tipos de sistemas para el control de los fracturamientos existentes en la obra.</p> <p>Realizar una visita de obra para observar de manera directa el comportamiento de los macizos rocosos durante la excavación.</p>

Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.	
<b>5. Estabilidad de taludes.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Identifica las causas que generan inestabilidad en los taludes para proponer la manera de controlar la estabilidad de los mismos.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Recabar información sobre la estabilidad de taludes.</p> <p>Realizar un estudio para determinar la estabilidad del talud en la mina.</p> <p>Elaborar un dictamen sobre los resultados obtenidos en el estudio realizado.</p>
<b>6. Aplicaciones.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Describe litológicamente las diferentes estructuras existentes en la mecánica de rocas para su uso en obras mineras y la utilización de TIC's para la determinación rápida de la existencia de movimiento entre bloques.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Recabar información de la importancia del estudio de mecánica de rocas en las obras mineras.</p> <p>Extraer muestras de diversos tipos de rocas en las minas de la región.</p> <p>Realizar plano con la información litológica obtenida utilizando TIC's.</p>

## 8. Prácticas

<p>Pruebas de probetas de diferentes tipos de rocas.</p> <p>Pruebas en campo para determinar las características del macizo rocoso.</p> <p>Clasificación de macizos rocosos.</p> <p>determinación de esfuerzos en las obras mineras.</p> <p>Resistencia a la compresión simple y resistencia a tracción.</p> <p>Deformación y módulos de deformación.</p> <p>Prueba de corte directo.</p> <p>Determinación de la orientación de los sistemas de fractura más relevantes en la estabilidad de una obra, utilizando la red estereográfica.</p> <p>Aplicar diferentes métodos para realizar la clasificación de un macizo rocoso.</p> <p>Evaluar la resistencia de un macizo rocoso y comparar los distintos criterios de rotura empleados en mecánica de rocas.</p> <p>Preparar planos que representen la información geológica y de mecánica de rocas en un formato útil para el diseño y la construcción de excavaciones.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Identificar el mecanismo de ruptura más probable en torno a una excavación subterránea.  
Calcular los desplazamientos del terreno, resultantes de hacer una excavación subterránea.  
Recolección de datos de trabajo en los macizos rocosos.  
Recolección de información y características de las excavaciones subterráneas.  
Mapeo de estabilidad de taludes.

## 9. Proyecto de asignatura

Se propone realizar un proyecto donde el estudiante conozca la importancia de evaluar y seleccionar adecuadamente los proyectos de obra que más convengan.

- **Fundamentación:** se utilizarán todos los temas de Mecánica de Rocas
- **Planeación:** Se solicitará a una empresa de la región el apoyo para recabar información necesaria para la realización de un proyecto por equipos
- **Ejecución:** los estudiantes conjuntamente con su docente se trasladarán a la empresa y bajo la guía de los empleados de la misma recabarán la información necesaria. En las instalaciones del instituto realizarán el trabajo de oficina pertinente
- **Evaluación:** se expondrán los resultados ante el grupo y al menos un empleado de la mina de donde se obtuvieron los datos, se retroalimentarán entre equipos los resultados obtenidos, además el empleado de empresa vinculada emitirá sus observaciones.

## 10. Evaluación por competencias

Las técnicas, herramientas y/o instrumentos sugeridos que permiten obtener el producto del desarrollo las actividades de aprendizaje: mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, 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: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, guías de observación, coevaluación y autoevaluación.

## 11. Fuentes de información

1. Cai, Meifeng. (2011). *Rock Mechanics: Achievements and ambitions*. London UK. Taylor and Francis Group
2. Charles, A. K. (1999) *Roca Estabilidad de Taludes*, Ed. PYM.



3. Coates, D.F. (1973). *Fundamentos de mecánica de rocas*. Canadá. Dirección de Minas Ministerio de Energía, Minas y Recursos Naturales.
4. Comité Organizador Mexicano (1967). *Mecánica de Rocas en la Geología, Perforación Y Producción de Los Yacimientos*. México.
5. Conrad, J. J., Neville G.W., Robert Zimmerman. (2007). *Fundamentos de Mecánica de Rocas*. Blackwell Pub.
6. Duncan, C. W (1999). *Rock Slope Engineering*, Ed. E & FN Spon. Oteo, M. C. (1998) *Apuntes de mecánica de rocas y túneles*. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
7. Duncan, C. W., Christopher W. M. (2004). *Roca Ingeniería de la pendiente, Civil y Minería*. ed. Spon Press.
8. Hoek. E , John Bray. (1981). *Roca Ingeniería de la pendiente, Ed. Taylor & Francis*.
9. Instituto Tecnológico Geominero de España. (1991). *Mecánica de rocas aplicada a la minería subterránea*. ITGE.