



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**PROYECTO DE MODIFICACIÓN  
DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TÍTULO QUE SE OTORGA:  
INGENIERO (A) DE MINAS Y METALURGISTA**

**FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO TÉCNICO: 9 DE MAYO DEL 2014**

**FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS FÍSICO-  
MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS: 6 DE MAYO DE 2015**

**TOMO II**

---

---



# Contenido

## Primer semestre

Álgebra  
Cálculo y geometría analítica  
Geología General  
Cultura y comunicación  
Introducción a la ingeniería de minas y metalurgia

## Segundo semestre

Álgebra lineal  
Cálculo integral  
Química de ciencias de la Tierra  
Mineralogía  
Fundamentos de programación

## Tercer semestre

Fundamentos de termodinámica y electromagnetismo  
Ecuaciones diferenciales  
Cálculo vectorial  
Petrología  
Redacción y exposición de temas de ingeniería  
Dibujo

## Cuarto semestre

Probabilidad  
Análisis numérico  
Mecánica  
Fisicoquímica  
Taller optativo socio-humanístico  
Geometría descriptiva aplicada

## Quinto semestre

Estadística  
Métodos de medición minero-cartográficos  
Geología estructural  
Análisis químico  
Introducción a la economía  
Legislación minera

## **Sexto semestre**

Mecánica de fluidos  
Fundamentos para la explotación de minas  
Mecánica de rocas  
Fundamentos de metalurgia extractiva  
Prospección y exploración minera  
Literatura hispanoamericana contemporánea

## **Séptimo semestre**

Mecánica aplicada y procedimientos de construcción  
Explotación de minas subterráneas  
Geotecnia de excavación preparación y concentración de minerales  
Geoestadística  
Seminario optativo socio-humanístico

## **Octavo semestre**

Gestión ambiental en minería  
Explotación de minas a cielo abierto  
Instalaciones minero-metalúrgicas  
Hidro y pirometalurgia  
Ética profesional  
Administración aplicada a la minería

## **Noveno semestre**

Introducción al diseño de operaciones mineras  
Diseño de operaciones metalúrgicas  
Optativa  
Optativa  
Análisis y evaluación de proyectos de inversión

## **Décimo semestre**

Recursos y necesidades de México  
Gestión de seguridad e higiene  
Optativa  
Optativa  
Diseño de operaciones mineras

## **Talleres y seminarios de ciencias sociales y humanidades**

Seminario socio-humanístico: Historia y prospectiva de la ingeniería  
Seminario socio-humanístico: Ingeniería y políticas públicas  
Seminario socio-humanístico: Ingeniería y sustentabilidad  
Taller socio- humanístico- Creatividad  
Taller socio-humanístico- Liderazgo

## **Optativas**

Cierre de operaciones mineras  
Depósitos de residuos mineros Fenómenos interfaciales  
Hidrogeología Minerales no metálicos  
Molienda fina y ultrafina  
Temas selectos  
Ventilación  
Voladura de rocas  
Yacimientos minerales y técnicas analíticas

## **Estancias obligatorias**

Métodos de medición minero-  
cartográficos  
Explotación de minas Metalurgia



## **PRIMER SEMESTRE**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>ÁLGEBRA</b>	<b>1120</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
<b>CIENCIAS BÁSICAS</b>	<b>COORDINACIÓN DE MATEMÁTICAS</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	

División	Departamento	Licenciatura	
<b>Asignatura:</b>	<b>Horas/semana:</b>	<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas 4.0	Teóricas	64.0
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas 0.0	Prácticas	0.0
	Total 4.0	Total	64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Álgebra Lineal

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las propiedades de los sistemas numéricos y las utilizará en la resolución de problemas de polinomios, sistemas de ecuaciones lineales y matrices y determinantes, para que de manera conjunta estos conceptos le permitan iniciar el estudio de la física y la matemática aplicada.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Trigonometría	8.0
2.	Números reales	10.0
3.	Números complejos	12.0
4.	Polinomios	10.0
5.	Sistemas de ecuaciones	8.0
6.	Matrices y determinantes	16.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Trigonometría

**Objetivo:** El alumno reforzará los conceptos de trigonometría para lograr una mejor comprensión del álgebra.

**Contenido:**

1. Definición de las funciones trigonométricas para un ángulo cualquiera.
2. Definición de las funciones trigonométricas para un ángulo agudo en un triángulo rectángulo.
3. Signo de las funciones trigonométricas en los cuatro cuadrantes.
4. Valores de las funciones trigonométricas para ángulos de 30, 45 y 60 grados y sus múltiplos.
5. Identidades trigonométricas.
6. Teorema de Pitágoras.
7. Ley de senos y ley de cosenos.
8. Ecuaciones trigonométricas de primer y segundo grado con una incógnita.

## 2 Números reales

**Objetivo:** El alumno aplicará las propiedades de los números reales y sus subconjuntos para demostrar algunas proposiciones por medio del método de inducción matemática y para resolver desigualdades.

**Contenido:**

1. El conjunto de los números naturales: definición del conjunto de los números naturales mediante los Postulados de Peano. Definición y propiedades: adición, multiplicación y orden en los números naturales. Demostración por inducción matemática.
2. El conjunto de los números enteros. Definición y propiedades: igualdad, adición, multiplicación y orden en los enteros. Representación de los números enteros en la recta numérica.
3. El conjunto de los números racionales: definición a partir de los números enteros. Definición y propiedades: igualdad, adición, multiplicación y orden en los racionales. Expresión decimal de un número racional. Algoritmo de la división en los enteros. Densidad de los números racionales y representación de éstos en la recta numérica.
4. El conjunto de los números reales: existencia de números irracionales (algebraicos y trascendentes). Definición del conjunto de los números reales; representación de los números reales en la recta numérica. Propiedades: adición, multiplicación y orden en los reales. Completitud de los reales. Definición y propiedades del valor absoluto. Resolución de desigualdades e inecuaciones.

## 3 Números complejos

**Objetivo:** El alumno usará los números complejos en sus diferentes representaciones y sus propiedades para resolver ecuaciones con una incógnita que los contengan.

**Contenido:**

1. Forma binómica: definición de número complejo, de igualdad y de conjugado. Representación gráfica. Operaciones y sus propiedades: adición, sustracción, multiplicación y división. Propiedades del conjugado.
2. Forma polar o trigonométrica: definición de módulo, de argumento y de igualdad de números complejos en forma polar. Operaciones en forma polar: multiplicación, división, potenciación y radicación.
3. Forma exponencial o de Euler. Operaciones en forma exponencial: multiplicación, división, potenciación y radicación.
4. Resolución de ecuaciones con una incógnita que involucren números complejos.

## 4 Polinomios

**Objetivo:** El alumno aplicará los conceptos del álgebra de polinomios y sus propiedades para obtener sus raíces.

**Contenido:**

1. Definición de polinomio. Definición y propiedades: adición, multiplicación de polinomios y multiplicación de un polinomio por un escalar.

2. División de polinomios: divisibilidad y algoritmo de la división. Teorema del residuo y del factor. División sintética.
3. Raíces de un polinomio: definición de raíz, teorema fundamental del álgebra y número de raíces de un polinomio.
4. Técnicas elementales para buscar raíces: posibles raíces racionales y regla de los signos de Descartes.

## 5 Sistemas de ecuaciones

**Objetivo:** El alumno formulará, como modelo matemático de problemas, sistemas de ecuaciones lineales y los resolverá usando el método de Gauss.

### Contenido:

1. Definición de ecuación lineal y de su solución. Definición de sistema de ecuaciones lineales y de su solución. Clasificación de los sistemas de ecuaciones lineales en cuanto a la existencia y al número de soluciones. Sistemas homogéneos, soluciones triviales y varias soluciones.
2. Sistemas equivalentes y transformaciones elementales. Resolución de sistemas de ecuaciones lineales por el método de Gauss.
3. Aplicación de las ecuaciones lineales para la solución de problemas de modelos físicos y matemáticos.

## 6 Matrices y determinantes

**Objetivo:** El alumno aplicará los conceptos fundamentales de las matrices, los determinantes y sus propiedades a problemas que requieran de éstos para su solución.

### Contenido:

1. Definición de matriz y de igualdad de matrices. Operaciones con matrices y sus propiedades: adición, sustracción, multiplicación por un escalar y multiplicación. Matriz identidad.
2. Definición y propiedades de la inversa de una matriz. Cálculo de la inversa por transformaciones elementales.
3. Ecuaciones matriciales y su resolución. Representación y resolución matricial de los sistemas de ecuaciones lineales.
4. Matrices triangulares, diagonales y sus propiedades. Definición de traza de una matriz y sus propiedades.
5. Transposición de una matriz y sus propiedades. Matrices simétricas, antisimétricas y ortogonales. Conjugación de una matriz y sus propiedades. Matrices hermitianas, antihermitianas y unitarias. Potencia de una matriz y sus propiedades.
6. Definición de determinante de una matriz y sus propiedades. Cálculo de determinantes: regla de Sarrus, desarrollo por cofactores y método de condensación.
7. Cálculo de la inversa por medio de la adjunta. Regla de Cramer para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales de orden superior a tres.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ANDRADE, Arnulfo, CASTAÑEDA, Érik  
*Antecedentes de geometría y trigonometría*  
México

1

Trillas-UNAM, Facultad de Ingeniería, 2010

LEÓN CÁRDENAS, Javier  
*Álgebra*  
México

2,3,4,5 y 6

Grupo Editorial Patria, 2011

REES, Paul, K., Sparks, FRED, W

*Álgebra*

2, 3, 4 y 6

México

Reverté, 2012

SOLAR G., Eduardo, SPEZIALE DE G., Leda

*Álgebra I*

2, 3 y 4

3a. edición

México

Limusa - UNAM, Facultad de Ingeniería, 2004

SWOKOWSKI, Earl, W.,

*Álgebra y trigonometría con geometría analítica*

2, 4, 5 y 6

México

Thomson, 2007

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

ARZAMENDI P., Sergio, ROBERTO., Et Al.

*Cuaderno de ejercicios de álgebra*

2, 3, 4, 5 y 6

2a. edición

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2011

KAUFMANN, Jerome, E., Et Al.

*Álgebra*

2, 4, 5 y 6

8a. edición

México

Thomson Cengage Learning, 2010

LEHMANN, Charles, H.,

*Álgebra*

2, 3 y 6

México

Limusa Noriega Editores, 2011

STEWART, James. Et Al.

*Precálculo. Matemáticas para el cálculo*

1, 2, 4 y 5

5a. edición

México

Thomson Cengage Learning, 2007

VELÁZQUEZ T., Juan

*Fascículo de inducción matemática*

2

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2008

WILLIAMS, Gareth

*Linear algebra with applications*

5

8th. edition

Burlington, MA

Jones and Bartlett Publishers, 2014

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**CÁLCULO Y GEOMETRÍA ANALÍTICA**

**1121**

**1**

**12**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE MATEMÁTICAS**

**INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 6.0

Teóricas 96.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 6.0

Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Cálculo Integral

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los conceptos fundamentales del cálculo diferencial de funciones reales de variable real y del álgebra vectorial, y los aplicará en la resolución de problemas físicos y geométricos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Secciones cónicas	8.0
2.	Funciones	16.0
3.	Límites y continuidad	12.0
4.	La derivada y aplicaciones	20.0
5.	Variación de funciones	8.0
6.	Álgebra vectorial	16.0
7.	Recta y plano	16.0
		96.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	96.0

## 1 Secciones cónicas

**Objetivo:** El alumno reafirmará los conocimientos de las secciones cónicas.

**Contenido:**

1. Definición de sección cónica. Clasificación de las cónicas.
2. Ecuación general de las cónicas.
3. Identificación de los tipos de cónicas a partir de los coeficientes de la ecuación general y del indicador  $I=B^2-4AC$ .
4. Ecuación de las cónicas en forma ordinaria.
5. Rotación de ejes.

## 2 Funciones

**Objetivo:** El alumno analizará las características principales de las funciones reales de variable real y formulará modelos matemáticos.

**Contenido:**

1. Definición de función real de variable real y su representación gráfica. Definiciones de dominio, de codominio y de recorrido. Notación funcional. Funciones: constante, identidad, valor absoluto.
2. Funciones inyectivas, suprayectivas y biyectivas.
3. Igualdad de funciones. Operaciones con funciones. Función composición. Función inversa.
4. Clasificación de funciones según su expresión: explícitas, implícitas, paramétricas y dadas por más de una regla de correspondencia.
5. Funciones algebraicas: polinomiales, racionales e irracionales. Funciones pares e impares. Funciones trigonométricas directas e inversas y su representación gráfica.
6. La función logaritmo natural, sus propiedades y su representación gráfica.
7. La función exponencial, sus propiedades y su representación gráfica. Las funciones logaritmo natural y exponencial, como inversas. Cambios de base.
8. Las funciones hiperbólicas, directas e inversas.
9. Formulación de funciones como modelos matemáticos de problemas físicos y geométricos.

## 3 Límites y continuidad

**Objetivo:** El alumno calculará el límite de una función real de variable real y analizará la continuidad de la misma.

**Contenido:**

1. Concepto de límite de una función en un punto. Interpretación geométrica.
2. Existencia de límite de una función. Límites de las funciones constante e identidad. Enunciados de teoremas sobre límites. Formas determinadas e indeterminadas. Cálculo de límites.
3. Definición de límite de una función cuando la variable independiente tiende al infinito. Cálculo de límites de funciones racionales cuando la variable tiende al infinito. Límites infinitos.
4. Obtención del límite de  $\sin x$ ,  $\cos x$  y  $(\sin x) / x$  cuando  $x$  tiende a cero. Cálculo de límites de funciones trigonométricas.
5. Concepto de continuidad. Límites laterales. Definición y determinación de la continuidad de una función en un punto y en un intervalo. Enunciado de los teoremas sobre continuidad.

## 4 La derivada y aplicaciones

**Objetivo:** El alumno aplicará la derivada de una función real de variable real en la resolución de problemas.

**Contenido:**

1. Definición de la derivada de una función en un punto. Interpretaciones física y geométrica. Notaciones y cálculo a partir de la definición. Función derivada.
2. Derivación de la suma, producto y cociente de funciones. Derivación de una función elevada a un

- exponente racional. Derivación de una función elevada a un exponente real y a otra función.
3. Derivación de la función compuesta. Regla de la cadena. Derivación de la función inversa.
  4. Derivación de las funciones trigonométricas directas e inversas. Derivación de las funciones hiperbólicas, directas e inversas.
  5. Definición de derivadas laterales. Relación entre derivabilidad y continuidad.
  6. Derivación de funciones expresadas en las formas implícita y paramétrica.
  7. Definición y cálculo de derivadas de orden superior.
  8. Aplicaciones geométricas de la derivada: dirección de una curva, ecuaciones de la recta tangente y la recta normal, ángulo de intersección entre curvas.
  9. Aplicación física de la derivada como razón de cambio de variables relacionadas.
  10. Conceptos de función diferenciable y de diferencial, e interpretación geométrica. La derivada como cociente de diferenciales.

## 5 Variación defunciones

**Objetivo:** El alumno analizará la variación de una función real de variable real para identificar las características geométricas de su gráfica y resolverá problemas de optimación.

**Contenido:**

1. Enunciado e interpretación geométrica de los teoremas de Weierstrass y de Bolzano.
2. Enunciado, demostración e interpretación geométrica del teorema de Rolle.
3. Demostración e interpretación geométrica del teorema del valor medio del cálculo diferencial.
4. Funciones crecientes y decrecientes y su relación con el signo de la derivada.
5. Máximos y mínimos relativos. Criterio de la primera derivada. Concavidad y puntos de inflexión. Criterio de la segunda derivada. Problemas de aplicación.
6. Análisis de la variación de una función.

## 6 Álgebravectorial

**Objetivo:** El alumno aplicará el álgebra vectorial en la resolución de problemas geométricos.

**Contenido:**

1. Cantidades escalares y vectoriales. Definición de segmento dirigido. Componentes escalares.
2. Concepto de vector como terna ordenada de números reales, módulo de un vector, igualdad entre vectores, vector nulo y unitario, vectores unitarios  $i, j, k$ .
3. Operaciones con vectores: Adición de vectores, sustracción de vectores.
4. Multiplicación de un vector por un escalar. Propiedades de las operaciones.
5. Producto escalar y propiedades.
6. Condición de perpendicularidad entre vectores.
7. Componente escalar y componente vectorial de un vector en la dirección de otro.
8. Ángulo entre dos vectores y cosenos directores.
9. Producto vectorial, interpretación geométrica y propiedades.
10. Condición de paralelismo entre vectores.
11. Aplicación del producto vectorial al cálculo del área de un paralelogramo. Producto mixto e interpretación geométrica.
12. Representación cartesiana, paramétrica y vectorial de las cónicas.
13. Curvas en el espacio. Representación cartesiana, paramétrica y vectorial.

## 7 Recta yplano

**Objetivo:** El alumno aplicará el álgebra vectorial para obtener las diferentes ecuaciones de la recta y del plano en el espacio, así como para determinar las relaciones entre estos.

**Contenido:**

1. Ecuación vectorial y ecuaciones paramétricas de la recta. Distancia de un punto a una recta.
2. Condición de perpendicularidad y condición de paralelismo entre rectas. Ángulo entre dos rectas.  
Distancia entre dos rectas. Intersección entre dos rectas.
3. Ecuación vectorial, ecuaciones paramétricas y ecuación cartesiana del plano.
4. Distancia de un punto a un plano. Ángulos entre planos.
5. Condición de perpendicularidad y condición de paralelismo entre planos.
6. Distancia entre dos planos.
7. Intersección entre planos.
8. Ángulo entre una recta y un plano.
9. Condición de paralelismo y condición de perpendicularidad entre una recta y un plano.
10. Intersección de una recta con un plano.
11. Distancia entre una recta y un plano.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

ANDRADE, Arnulfo, CRAIL, Sergio

*Cuaderno de ejercicios de Cálculo Diferencial*

2a.edición

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2010

2, 3, 4 y 5

CASTAÑEDA, De I. P. Érik

*Geometría Analítica en el espacio*

1a.edición

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2009

6 y 7

DE OTEYZA, Elena, et al.

*Geometría Analítica y Trigonometría*

1a.edición

México

Pearson, 2008

1, 2 y 6

LARSON, R., BRUCE, E.

*Cálculo I de una variable*

9a.edición

México

Mc Graw-Hill, 2010

2, 3, 4 y 5

STEWART, James

*Cálculo de una variable*

6a.edición

México

Cengage-Learning, 2008

2, 3, 4 y 5

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

LEHMANN, Charles

*Geometría analítica*

1a. edición

México

Limusa, 2008

1 y 7

PURCELL, J. Edwin, VARBERG DALE,

*Cálculo*

9a. edición

Estado de México

Prentice Hall, 2007

1, 2, 3, 4, 5 y 6

ROGAWSKY, Jon

*Cálculo de una variable*

2a. edición

Barcelona

Reverté, 2012

2, 3, 4 y 5

SPIVAK, Michael

*Calculus*

4th edition

Cambridge

Publish or Perish, 2008

1, 2, 3, 4 y 5

SWOKOWSKY, Earl W., COLE, Jeffery A.

*Algebra and trigonometry with analytic geometry*

13th edition

Belmont, CA

Brooks Cole, 2011

1 y 2

ZILL, G. Dennis

*Cálculo de una variable*

4a. edición

México

Mc Graw-Hill, 2011

2, 3, 4 y 5

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GEOLOGÍA GENERAL**

**0424**

**1**

**9**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 3.0

Prácticas 3.0

Total 6.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 48.0

Prácticas 48.0

Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Mineralogía

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá los conceptos básicos sobre el origen, estructura interna y composición global de la Tierra; las características generales de los minerales y rocas que conforman la corteza terrestre. Aplicará dichos conceptos en el desarrollo de prácticas de laboratorio y de campo. Analizará los procesos que originan, transforman y deforman las rocas a través del tiempo geológico. Además, conocerá las principales aplicaciones de la geología.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción a la Geología	2.0
2.	Origen del sistema solar y de la Tierra	2.0
3.	La teoría de la tectónica de placas	2.0
4.	Materiales que forman la Tierra: minerales y rocas	6.0
5.	Rocas ígneas	6.0
6.	Meteorización y erosión	2.0
7.	Rocas sedimentarias	6.0
8.	Rocas metamórficas	4.0
9.	Tiempo geológico y registro estratigráfico	4.0
10.	Estructuras geológicas	4.0
11.	Procesos geológicos superficiales	6.0
12.	Geología y sus aplicaciones	4.0

Actividades prácticas

Total

**1 Introducción a la Geología**

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la geología, sus diferentes campos de estudio, su historia y las particularidades del método científico en el estudio de la geología.

**Contenido:**

1. Geología.
2. Subdivisiones mayores de la geología y relación con otras ciencias.
3. Historia de la geología.
4. El método científico y sus particularidades en la geología.
5. El tiempo en los procesos geológicos.

**2 Origen del sistema solar y de la Tierra**

**Objetivo:** El alumno comprenderá las principales teorías sobre el origen del universo, el sistema solar y la Tierra.

**Contenido:**

1. Teoría de la gran explosión.
2. Origen del sistema solar y de la Tierra.
3. Características generales del sistema solar.
4. Aspectos generales del proceso de diferenciación de la Tierra.
5. Abundancia relativa de los elementos químicos en la Tierra.
6. La Tierra como un sistema.

**3 La teoría de la tectónica de placas**

**Objetivo:** El alumno distinguirá las características de la estructura interna de la Tierra, la hipótesis de la deriva continental como precursora de la teoría de la tectónica de placas y las premisas básicas de esta teoría.

**Contenido:**

1. Estructura interna de la Tierra con base a composición química y comportamiento.
2. La hipótesis de la deriva continental como precursora de la teoría de la tectónica de placas.
3. Premisas básicas de la teoría de la tectónica de placas.
4. Movimientos y límites de placas.
5. Procesos geológicos asociados a la tectónica de placas.

**4 Materiales que forman la Tierra: minerales y rocas**

**Objetivo:** El alumno distinguirá las principales características de los minerales y las rocas, su ciclo y los procesos que en él se desarrollan.

**Contenido:**

1. La materia y su composición: elementos, estructura atómica, iones y enlaces químicos.
2. Concepto de mineral.
3. Propiedades físicas y químicas de los minerales.
4. Los minerales formadores de rocas.
5. Conceptos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.
6. El ciclo de las rocas y sus procesos.

## 5 Rocas ígneas

**Objetivo:** El alumno comprenderá los procesos que originan las rocas ígneas, y que el alumno aprenda a describir y clasificar sus diferentes tipos y estructuras.

**Contenido:**

1. Los magmas y su origen.
2. Tipos de rocas ígneas con base a sus relaciones de campo: intrusivas, volcánicas e hipabisales.
3. Texturas.
4. Composición mineralógica y química.
5. Clasificaciones texturales, mineralógicas y químicas.
6. Evolución magmática.
7. Tipos de actividad volcánica: efusiva y explosiva.
8. Productos de la actividad ígnea: formas y estructuras.

## 6 Meteorización y erosión

**Objetivo:** El alumno comprenderá los procesos y productos de la meteorización y erosión.

**Contenido:**

1. Los procesos de meteorización y erosión.
2. Meteorización física y química.
3. Productos de la meteorización: sedimentos y suelos.

## 7 Rocas sedimentarias

**Objetivo:** El alumno comprenderá los procesos que intervienen en la formación de las rocas sedimentarias y distinguirá sus componentes y estructuras para clasificarlas.

**Contenido:**

1. Rocas sedimentarias y ciclo de las rocas.
2. Procesos de litificación de sedimentos.
3. Tipos de rocas sedimentarias: detríticas y químicas.
4. Clasificación de las rocas sedimentarias.
5. Aspectos generales de ambientes sedimentarios.

## 8 Rocas metamórficas

**Objetivo:** El alumno distinguirá los factores que intervienen en los procesos metamórficos, los tipos de metamorfismo y describirá sus características para clasificarlas.

**Contenido:**

1. Metamorfismo.
2. Tipos de metamorfismo.
3. Clasificación de las rocas metamórficas.

## 9 Tiempo geológico y registro estratigráfico

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia del tiempo geológico y la naturaleza del registro geológico.

**Contenido:**

1. Tiempo geológico.
2. Tiempo relativo y principios estratigráficos.
3. Estratigrafía y registro geológico.
4. Discontinuidades geológicas.
5. Fechamientos radiométricos.
6. Escala de tiempo geológico.

**10 Estructuras geológicas**

**Objetivo:** El alumno distinguirá los principales procesos de deformación de la corteza para identificar y analizar las estructuras geológicas producto de la deformación.

**Contenido:**

1. Mecanismos de deformación.
2. Deformación frágil (fallas y fracturas).
3. Deformación dúctil (pliegues).

**11 Procesos geológicos superficiales**

**Objetivo:** El alumno distinguirá las principales características y procesos geológicos que tienen lugar en la superficie terrestre, y los productos que generan.

**Contenido:**

1. Movimientos gravitacionales.
2. Corrientes de aguas superficiales y aguas subterráneas.
3. Sistema fluvial.
4. Sistema glacial.
5. Sistema eólico.
6. Líneas de costa.

**12 Geología y sus aplicaciones**

**Objetivo:** El alumno empleará los conocimientos para identificar los principales recursos energéticos.

**Contenido:**

1. Exploración de recursos energéticos.
2. Recursos minerales.
3. Hidrogeología.
4. Exploración y evaluación de recursos hidrológicos.
5. Geología ambiental y riesgos geológicos.
6. Geotecnia.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

FLETCHER, C.

*Physical Geology, The Science of Earth*

Hawaii

John Wiley & Sons, 2011

Todos

GROTZINGER, John, JORDAN, Thomas

*Understanding Earth*

5th edition

New York

W.H. Freeman and Company, 2010

Todos

KLEIN, C. And Philpotts

*Earth Materials. Introduction to mineralogy and petrology*

1st edition

New York

4,5,6,7 y 8

Cambridge University Press, 2013

TARBUCK, Edward J., LUTGENS, Frederick K.

*Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*

10ª edición

Madrid

Pearson, 2013

Todos

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

LEVIN, H.

*The Earth through time*

Third edition

San Francisco, California

W.H. Freeman and Company, 2008

2 y 3

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas

X
X

**Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en el campo de las ciencias de la Tierra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

CULTURA Y COMUNICACIÓN

1222

1

2

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES

ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Curso práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno valorará la riqueza cultural de nuestro mundo, nuestro país y nuestra universidad, mediante el acercamiento guiado a diversas manifestaciones y espacios culturales, a fin de que fortalezca su sensibilidad, sentido de pertenencia e identidad como universitario. Asimismo, adquirirá elementos de análisis para desarrollar sus capacidades de lectura, apreciación artística y expresión de ideas que le permitan apropiarse de su entorno cultural de una forma lúdica, creativa, reflexiva y crítica.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	La cultura como expresión del pensamiento humano	10.0
2.	Acercamiento a las manifestaciones culturales universitarias	6.0
		16.0
	Asistencia a actividades en recintos culturales universitarios (arquitectura, música, teatro, danza, cine, artes plásticas, etc.) y presentaciones y reseñas críticas sobre las mismas.	16.0
	Total	32.0

## 1 La cultura como expresión del pensamiento humano

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de preservar y valorar las diversas manifestaciones culturales mediante el mejoramiento de sus capacidades de apreciación artística, lectura crítica y expresión de ideas.

**Contenido:**

1. Concepto de cultura.
2. Dimensión social e individual de los procesos culturales.
3. Propósitos de la difusión cultural y principales medios de expresión.
4. Proceso y tipos de lectura. Competencias necesarias.
5. La reseña crítica de manifestaciones culturales: definición, funciones y estructura.
6. Ejercicios de lectura de comprensión y de redacción.

## 2 Acercamiento a las manifestaciones culturales universitarias

**Objetivo:** El alumno valorará la diversidad de expresiones artísticas y los bienes pertenecientes al patrimonio cultural de México y de la UNAM, particularmente, de la Facultad de Ingeniería.

**Contenido:**

1. Arte y cultura en México: breve recorrido histórico.
2. Ciudad Universitaria, patrimonio cultural de la humanidad.
3. Recintos culturales universitarios.
4. Patrimonio cultural y artístico de la Facultad de Ingeniería.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

AZAR, Héctor <i>Cómo acercarse al teatro</i> México Plaza y Valdés, 1992 2a. edición	2
BRENNAN, Juan Arturo <i>Cómo acercarse a la música</i> México SEP-Gobierno del Estado de Querétaro-Plaza y Valdés, 1988	2
DALLAL, Alberto <i>Cómo acercarse a la danza</i> México SEP-Gobierno del Estado de Querétaro-Plaza y Valdés, 1988	2
GARCÍA FERNANDEZ, Dora <i>Taller de lectura y redacción: Un enfoque hacia el razonamiento verbal</i> México Limusa, 1999	1
GOMÍS, Anamari <i>Cómo acercarse a la literatura</i> México	2

Limusa-Gobierno del Estado de Querétaro-Conaculta, 1991

PETIT, Michele

*Nuevos acercamientos a los jóvenes y la lectura*

1

México

FCE, 1999

SERAFINI, María Teresa

*Cómo se escribe*

1

México

Paidós, 2009

TORREALBA, Mariela

*La reseña como género periodístico*

1

Caracas

CEC, 2005

TUROK, Marta

*Cómo acercarse a la artesanía*

2

México

SEP-Gobierno del Estado de Querétaro-Plaza y Valdés, 1988.

VELASCO LEÓN, Ernesto

*Cómo acercarse a la arquitectura*

2

México

Limusa-Gobierno del Estado de Querétaro-Conaculta, 1990.

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

FERNÁNDEZ, Justino

*Arte moderno y contemporáneo de México*

2

México

UNAM-Instituto Investigaciones Estéticas, 2001.

SCHWANITZ, Dietrich

*Lacultura*

2

México

Taurus, 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

*Guía de murales de la Ciudad Universitaria, México*

2

México

UNAM-Instituto de Investigaciones Estéticas- Dirección General del Patrimonio Universitario, 2004

**Referencias de internet**

UNAM

*Descarga Cultura*

2013

en : <http://www.descargacultura.unam.mx>

UNAM

*Cultura*

2013

en : <http://www.cultura.unam.mx/>

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica:

Historia del arte

Ciencias de la comunicación

Otras disciplinas artísticas o humanísticas

Experiencia profesional:

En docencia o investigación vinculadas a aspectos culturales o en actividades de crítica cultural

Especialidad: Deseablemente, en difusión cultural y en comunicación.

Conocimientos específicos: Apreciación artística, comunicación.

Aptitudes y actitudes:

Para despertar el interés en los alumnos por las manifestaciones culturales y mejorar su habilidades en la comunicación oral y escrita.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA  
DE MINAS Y METALURGIA

1131

1

4

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Carrera

Área del Conocimiento

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas | 2.0 |

Prácticas | 0.0 |

Total | 2.0 |

**Horas/semestre:**

Teóricas | 32.0 |

Prácticas | 0.0 |

Total | 32.0 |

**Modalidad:** Curso

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuyente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá los aspectos generales de la actividad minero-metalúrgica, tomando conciencia de su importancia para el país y la necesidad de llevarla a cabo en forma sustentable.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción a la industria minera	4.0
2.	Aspectos históricos de la minería y de la carrera de Minas y Metalurgia	4.0
3.	La minería como actividad económica	6.0
4.	Indicadores económicos de la minería	6.0
5.	Tipos de operación minera y su clasificación	6.0
6.	Elaboración de informe de investigación	6.0
		32.0
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	32.0

### **1 Introducción a la industria minera**

**Objetivo:** El alumno identificará la contribución de la minería en el desarrollo del hombre y señalará la importancia de esta actividad en el ámbito económico y social.

**Contenido:**

1. La minería y su contribución al desarrollo cultural del hombre.
2. El hombre, la tecnología y la economía minera.
3. Evolución de la tecnología en la industria minera.
4. Definición de los principales términos utilizados en minería.

### **2 Aspectos históricos de la minería y de la carrera de Minas y Metalurgia**

**Objetivo:** El alumno distinguirá las etapas históricas de la minería en México para reconocer su relación con el desarrollo del país.

**Contenido:**

1. Minería y metalurgia en el México antiguo
2. La minería en la época colonial
3. La minería en la época independiente
4. La minería en el México moderno

### **3 La minería como actividad económica**

**Objetivo:** El alumno indicará el uso que se le da a los minerales en la vida cotidiana a fin de valorar su importancia en la economía de México y a nivel mundial.

**Contenido:**

1. Importancia de la minería en nuestras vidas
2. Minerales que utilizamos cotidianamente
3. Los minerales y la vida

### **4 Indicadores económicos de la minería**

**Objetivo:** El alumno describirá los principales indicadores económicos de la actividad minero-metalúrgica para identificar su influencia en la economía de México.

**Contenido:**

1. Participación de México en la producción minera mundial
2. Producción nacional minero-metalúrgica
3. Indicadores macroeconómicos de la minería mexicana
4. Participación de los productos en el valor total de la producción nacional Minero-metalúrgica
5. Participación de los estados en la producción minera nacional
6. Inversiones en el sector minero mexicano
7. Empleo en la industria minero-metalúrgica
8. Cotizaciones internacionales de los metales
9. Principales proyectos mineros en México

### **5 Tipos de operación minera y su clasificación**

**Objetivo:** El alumno desglosará los procesos de la actividad minera y los tipos de operación que existen para identificar la influencia que tienen en el entorno ambiental y social.

**Contenido:**

1. La exploración minera
2. El proceso de desarrollo de una mina

3. Minería subterránea, a cielo abierto y otros tipos
4. El beneficio de los minerales
5. La minería, la sociedad y el medio ambiente

## 6 Elaboración de informe de investigación

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos para realizar una investigación sobre el caso particular de una operación minera que permita evaluar los beneficios que dicha operación ha tenido a nivel local y regional.

**Contenido:**

1. Elementos de un informe técnico
2. Caso de estudio

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BAKEWELL, P.j.

*Minería y sociedad en el Méxicio colonial Zacatecas (1546 - 1700)*

México

Fondo de Cultura Económica, 1997

Aspectos históricos

MONREAL, Rogelio / Figueroa, BERNARDO,

*Mi México es minero*

México

AIMMGM, 2012

Varios

RESÉNDIZ NÚÑEZ, Daniel

*El rompecabezas de la ingeniería*

México

Fondo de Cultura Económica, 2008

Varios

TRADUCCIÓN: CAMACHO, Gustavo

*El proceso de desarrollo de unamina*

México

Facultad de Ingeniería, 2001

Varios

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos  
 Otras:

X
X
X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas  
 Otras:


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



## **SEGUNDO SEMESTRE**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ÁLGEBRA LINEAL

1220

2

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS BÁSICAS

COORDINACIÓN  
DE MATEMÁTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Álgebra

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los conceptos básicos del álgebra lineal, ejemplificándolos mediante sistemas algebraicos ya conocidos, haciendo énfasis en el carácter general de los resultados, a efecto de que adquiera elementos que le permitan fundamentar diversos métodos empleados en la resolución de problemas de ingeniería.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Grupos y campos	6.0
2.	Espacios vectoriales	16.0
3.	Transformaciones lineales	19.0
4.	Espacios con producto interno	14.0
5.	Operadores lineales en espacios con producto interno	9.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Grupos y campos

**Objetivo:** El alumno determinará si una función es una operación binaria y analizará las estructuras algebraicas de grupo, grupo abeliano y campo.

**Contenido:**

1. Operación binaria.
2. Estructuras de grupo y de grupo abeliano.
3. Estructura de campo.

## 2 Espacios vectoriales

**Objetivo:** El alumno identificará un espacio vectorial y analizará sus características fundamentales.

**Contenido:**

1. Definición de espacio vectorial. Propiedades elementales de los espacios vectoriales. Subespacios.
2. Isomorfismos entre espacios vectoriales.
3. Combinación lineal. Dependencia lineal. Conjunto generador de un espacio vectorial. Base y dimensión de un espacio vectorial. Coordenadas de un vector respecto a una base ordenada. Matriz de transición.
4. Espacio renglón, espacio columna y rango de una matriz.
5. El espacio vectorial de las funciones reales de variable real. Subespacios de dimensión finita. Dependencia lineal de funciones.

## 3 Transformaciones lineales

**Objetivo:** El alumno aplicará el concepto de transformación lineal y sus propiedades en la resolución de problemas que los involucren.

**Contenido:**

1. Definición de transformación. Dominio y codominio de una transformación.
2. Definición de transformación lineal. Los subespacios núcleo y recorrido de una transformación lineal. Caso de dimensión finita: relación entre las dimensiones del dominio, recorrido y núcleo de una transformación lineal.
3. Matriz asociada a una transformación lineal con dominio y codominio de dimensión finita.
4. Álgebra de las transformaciones lineales: definición y propiedades de la adición, la multiplicación por un escalar y la composición de transformaciones.
5. La inversa de una transformación lineal.
6. Efectos geométricos de las transformaciones lineales.
7. Definición de operador lineal. Definición y propiedades de valores y vectores propios de un operador lineal. Definición de espacios característicos. Caso de dimensión finita: polinomio característico, obtención de valores y vectores propios.
8. Matrices similares y sus propiedades. Diagonalización de la matriz asociada a un operador lineal.

## 4 Espacios con producto interno

**Objetivo:** El alumno determinará si una función es un producto interno y analizará sus características fundamentales, a efecto de aplicar éste en la resolución de problemas de espacios vectoriales.

**Contenido:**

1. Definición de producto interno y sus propiedades elementales.
2. Definición de norma de un vector y sus propiedades, vectores unitarios. Definición de distancia entre vectores y sus propiedades. Definición de ángulo entre vectores. Vectores ortogonales.
3. Conjuntos ortogonales y ortonormales. Independencia lineal de un conjunto ortogonal de vectores no nulos. Coordenadas de un vector respecto a una base ortogonal y respecto a una base ortonormal. Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt.

4. Complemento ortogonal. Proyección de un vector sobre un subespacio. El teorema de proyección.
5. Mínimoscuadrados.

## 5 Operadores lineales en espacios con producto interno

**Objetivo:** El alumno analizará las características principales de los operadores lineales definidos en espacios con producto interno y las utilizará en la resolución de problemas de espacios vectoriales.

**Contenido:**

1. Definición y propiedades elementales del adjunto de un operador.
2. Definición y propiedades elementales de operador normal.
3. Definición y propiedades elementales de operadores simétricos, hermitianos, antisimétricos, antihermitianos, ortogonales y unitarios, y su representación matricial.
4. Teorema espectral.
5. Formas cuádricas. Aplicación de los valores propios y los vectores propios de matrices simétricas a las formas cuádricas.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

GROSSMAN S., Stanley I, FLORES G., José Job

*Álgebra lineal*

7a. edición

México

Mc Graw Hill, 2012

Todos

LARSON, Ron, FALVO, David C.

*Fundamentos de álgebra lineal*

6a. edición

México

Cengage Learning Editores, 2010

Todos

LAY, David C.

*Álgebra lineal y sus aplicaciones*

4a. edición

México

Pearson Education, 2012

Todos

### Bibliografía complementaria

### Temas para los que se recomienda:

ANTON, Howard

*Introducción al álgebra lineal*

5a. edición

México

Limusa Wiley, 2011

Todos

ARZAMENDI PÉREZ, Sergio Roberto, et al.

*Cuaderno de ejercicios de álgebra*

1

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2011

GODÍNEZ CABRERA, Héctor, HERRERA CAMACHO, Abel

*Álgebra lineal. Teoría y ejercicios*

Todos

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2005

POOLE, David

*Álgebra lineal. Una introducción moderna*

Todos

2a. edición

México

Cengage Learning Editores, 2011

SPEZIALE SAN VICENTE, Leda

*Transformaciones lineales*

3

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2002

SPEZIALE SAN VICENTE, Leda

*Espacios con producto interno*

4

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2009

STRANG, Gilbert

*Álgebra lineal y sus aplicaciones*

Todos

4a. edición

México

Thomson, 2006

WILLIAMS, Gareth

*Linear algebra with applications*

Todos

8th. edition

Burlington, MA

Jones and Bartlett Publishers, 2014

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**CÁLCULO INTEGRAL**

**1221**

**2**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN  
DE MATEMÁTICAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Cálculo y Geometría Analítica

**Seriación obligatoria consecuente:** Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno utilizará conceptos del cálculo integral para funciones reales de variable real y las variaciones de funciones escalares de variable vectorial respecto a cada una de sus variables, para resolver problemas físicos y geométricos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Sucesiones y series	18.0
2.	Las integrales definida e indefinida	11.5
3.	Métodos de integración	16.0
4.	Derivación y diferenciación de funciones escalares de varias variables	18.5
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Sucesiones y series

**Objetivo:** El alumno analizará sucesiones y series para representar funciones por medio de series de potencias.

**Contenido:**

1. Definición de sucesión. Límite y convergencia de una sucesión. Sucesiones monótonas y acotadas.
2. Definición de serie. Convergencia de una serie. Propiedades y condiciones para la convergencia.
3. Serie geométrica y serie  $p$ .
4. Series de términos positivos. Criterios de comparación y del cociente o de D'Alembert.
5. Series de signos alternados. Criterio de Leibniz.
6. Series de potencias.
7. Desarrollo de funciones en series de potencias. Serie de Maclaurin, de Taylor y desarrollo de funciones trigonométricas.

## 2 Las integrales definida e indefinida

**Objetivo:** El alumno identificará los conceptos de las integrales definida e indefinida y los aplicará en el cálculo y obtención de integrales.

**Contenido:**

1. Concepto de sumas de Riemann. Concepto de integral definida. Interpretación geométrica y propiedades.
2. Enunciado e interpretación geométrica del teorema del valor medio del cálculo integral.
3. Definición de la integral indefinida a partir de la integral definida con el extremo superior variable.  
Enunciado y demostración del teorema fundamental de cálculo.
4. Determinación de integrales indefinidas inmediatas. Cambio de variable.
5. Integrales de funciones cuyo resultado involucra a la función logaritmo natural.
6. Regla de L'Hôpital y sus aplicaciones a formas indeterminadas en límites de funciones.
7. La integral impropia.

## 3 Métodos de integración

**Objetivo:** El alumno aplicará métodos de integración y los utilizará en la resolución de problemas geométricos.

**Contenido:**

1. Integración por partes.
2. Integrales de expresiones trigonométricas e integración por sustitución trigonométrica.
3. Integración por descomposición en fracciones racionales.
4. Aplicaciones de la integral definida al cálculo de: área en coordenadas cartesianas, longitud de arco en coordenadas cartesianas y polares, y volúmenes de sólidos de revolución.

## 4 Derivación y diferenciación de funciones escalares de varias variables

**Objetivo:** El alumno analizará la variación de una función escalar de variable vectorial respecto a cada una de sus variables y resolverá problemas físicos y geométricos.

**Contenido:**

1. Definición de funciones escalares de variable vectorial. Región de definición.
2. Representación gráfica para el caso de funciones de dos variables independientes. Curvas de nivel.
3. Conceptos de límites y continuidad para funciones escalares de variable vectorial de dos variables independientes.
4. Derivadas parciales e interpretación geométrica para el caso de dos variables independientes. Vector normal a una superficie. Ecuaciones del plano tangente y de la recta normal.
5. Derivadas parciales sucesivas. Teorema de derivadas parciales mixtas.
6. Función diferenciable. Diferencial total.
7. Función de función. Regla de la cadena.

8. Función implícita. Derivación implícita en sistemas de ecuaciones.
9. Concepto de gradiente. Operador nabla. Definición de derivada direccional. Interpretación geométrica y aplicaciones.

---



---

**Bibliografía básica**
**Temas para los que se recomienda:**

LARSON, Ron, BRUCE, Edwards

*Cálculo 1 y Cálculo 2*

9a. edición

México

McGraw-Hill, 2010

Todos

PURCELL, Edwin, VARBERG, Dale, RIGDON, Steven

*Cálculo*

9a. edición

México

Pearson Education, 2007

Todos

STEWART, James

*Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas*

6a. edición

México

Cengage Learning, 2008

1, 2 y 3

STEWART, James

*Cálculo de varias variables: Trascendentes tempranas*

6a. edición

México

Cengage Learning, 2008

4

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

GARCÍA Y COLOMÉ, Pablo

*Integrales impropias*

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2002

2

GARCÍA Y COLOMÉ, Pablo

*Funciones hiperbólicas*

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2002

3

LARSON, R., HOSTETLER, Robert, BRUCE, Edwards

*Calculus with Analytic Geometry*

8th. edition

Todos

Boston Houghton Mifflin Company, 2006	
ROGAWSKY, Jon <i>Cálculo unavariante</i> 2a. edición Barcelona Reverté, 2012	1, 2 y 3
ROGAWSKY, Jon <i>Cálculo variasvariables</i> 2a. edición Barcelona Reverté, 2012	4
SPIEGEL, Murray <i>Cálculo Superior</i> México McGraw-Hill, 2001	Todos
THOMAS, George, FINNEY, Ross <i>Cálculo unavariante</i> 10a. edición México Pearson Educación, 2005	1, 2 y 3
THOMAS, George, FINNEY, Ross <i>Cálculo variasvariables</i> 10a. edición México Pearson Educación, 2005	4
ZILL G., Dennis, WRIGHT, Warren <i>Cálculo de una variable Trascendentestempranas</i> 4a. edición México McGraw-Hill, 2011	1, 2 y 3
ZILL G., Dennis, WRIGHT, Warren <i>Cálculo de variasvariables</i> 4a. edición México McGraw-Hill, 2011	4

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**QUÍMICA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**1125**

**2**

**10**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE  
FÍSICA Y QUÍMICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 2.0

Prácticas 32.0

Total 6.0

Total 96.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conceptos básicos para relacionar las propiedades de las sustancias en la resolución de ejercicios; desarrollará sus capacidades de observación y de manejo de instrumentos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Estructura atómica	8.0
2.	Periodicidad química	2.0
3.	Enlaces químicos y fuerzas intermoleculares	8.0
4.	Teoría del orbital molecular y cristalografía	6.0
5.	Estequiometría	10.0
6.	Termodinámica y equilibrio químico	6.0
7.	Electroquímica	8.0
8.	Química orgánica	10.0
9.	Tópicos selectos de química en las ingenierías de ciencias de la tierra	6.0
		64.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	96.0

**1 Estructura atómica**

**Objetivo:** El alumno aplicará el modelo atómico de Bohr y el modelo atómico de la mecánica cuántica para predecir las características magnéticas de los átomos.

**Contenido:**

1. Descripción de los experimentos: Thomson, Millikan, Planck, efecto fotoeléctrico, espectro electromagnético.
2. Modelo atómico de Bohr y teoría de De Broglie.
3. Modelo atómico de la mecánica cuántica, números cuánticos y estructura electrónica.
4. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Ferromagnetismo. Dominios magnéticos. Magnetización.

**2 Periodicidad química**

**Objetivo:** El alumno relacionará las principales propiedades de los elementos con las analogías verticales y horizontales en la tabla periódica.

**Contenido:**

1. Propiedades de los elementos: masa atómica, punto de ebullición, carácter ácido-base, punto de fusión, carácter metálico, densidad, radio atómico, radio iónico, energía de primera ionización, estructura cristalina, electronegatividad, conductividad térmica y conductividad eléctrica.
2. Analogías en las propiedades de los elementos para los miembros de un mismo periodo o grupo.

**3 Enlaces químicos y fuerzas intermoleculares**

**Objetivo:** El alumno explicará las interacciones entre las moléculas a partir de la estructura de Lewis y la diferencia de electronegatividades.

**Contenido:**

1. Teoría de enlace valencia. Enlaces covalentes: puro, polar y coordinado. Enlace iónico.
2. Fuerzas intermoleculares entre moléculas diatómicas.
3. Estructuras de Lewis de moléculas sencillas.
4. Teoría de repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia.
5. Geometría molecular y polaridad con respecto a átomos centrales.
6. Fases: sólida, líquida y gaseosa. Fenómenos de superficie: tensión superficial, capilaridad.
7. Disoluciones: diluidas, saturadas y sobresaturadas. Disoluciones verdaderas. Suspensiones. Coloides.
8. Conductividad eléctrica de materiales iónicos en disolución.

**4 Teoría del orbital molecular y cristalografía**

**Objetivo:** El alumno aplicará la teoría de las bandas para explicar la diferencia en el comportamiento eléctrico de los materiales, así como la estructura cristalina.

**Contenido:**

1. Teoría del orbital molecular para moléculas diatómicas.
2. Teoría de las bandas.
3. Enlace metálico.
4. Aislantes, semiconductores, conductores y superconductores. Aplicaciones.
5. Cristales: celdas unitarias, tipos de cristales.

**5 Estequiometría**

**Objetivo:** El alumno aplicará las diferentes relaciones estequiométricas y las unidades que se emplean para medir las concentraciones en fase sólida, líquida y gaseosa para la resolución de ejercicios.

**Contenido:**

1. Conceptos de mol y masa molar.

2. Relaciones estequiométricas: relación en entidades fundamentales, relación molar y relación en masa.
3. Tipos de reacciones: redox y ácido-base.
4. Cálculos estequiométricos: reactivos limitante y en exceso, rendimientos teórico, experimental y porcentual.
5. La fase gaseosa y la ecuación del gas ideal.
6. Unidades de concentración: molaridad, porcentajes masa/masa, masa/volumen y volumen/volumen, fracción molar y partes por millón.

## 6 Termoquímica y equilibrio químico

**Objetivo:** El alumno aplicará los conceptos básicos de la termoquímica y el equilibrio químico y los empleará en la resolución de ejercicios.

**Contenido:**

1. Calor y entalpia de una reacción química. Determinación de la entalpia de una reacción.
2. Ley de Hess.
3. Constante de equilibrio de una reacción química.
4. Principio de LeChatelier

## 7 Electroquímica

**Objetivo:** El alumno aplicará las leyes de Faraday y la serie de actividad para resolver ejercicios de pilas y de electrodeposición.

**Contenido:**

1. La electricidad y las reacciones óxido-reducción espontáneas y no espontáneas.
2. Potencial estándar de reducción. Serie de actividad.
3. Pilas voltaicas. Pares óxido-reducción. Reacciones en el cátodo y en el ánodo. Reacción iónica total. Potencial de la pila. Diagrama de la pila.
4. Celdas electrolíticas: leyes de Faraday. Galvanización. Electrodeposición.
5. Corrosión. Inhibidores. Protección catódica.

## 8 Química orgánica

**Objetivo:** El alumno comprenderá las propiedades de los compuestos del carbono, su nomenclatura y los mecanismos principales de sus reacciones.

**Contenido:**

1. Hibridación del átomo de carbono en los compuestos orgánicos.
2. Alcanos: nomenclatura y propiedades.
3. Alquenos y alquinos: nomenclatura y propiedades.
4. Principales grupos funcionales en la química orgánica, su nomenclatura y propiedades.
5. Reacciones de eliminación y adición en química orgánica.

## 9 Tópicos selectos de química en las ingenierías de ciencias de la tierra

**Objetivo:** El alumno hará una revisión bibliográfica de los conceptos de química que tengan una aplicación directa en su carrera.

**Contenido:**

1. Química en la ingeniería geofísica.
2. Química en la ingeniería geológica.
3. Química en la ingeniería de minas y metalurgia.
4. Química en la ingeniería petrolera.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

ALBARÉDE, F. <i>Geochemistry: An Introduction</i> New York Cambridge University Press, 2009	9
BROWN, Theodore, LE MAY, Eugene, et al. <i>Química la ciencia central</i> México Pearson Prentice Hall, 2004	Todos
CALLISTER, William D., RETHWISCH, David G. <i>Materials Science and Engineering: An Introduction</i> New York Wiley, 2010	4
CHANG, Raymond <i>Química</i> México McGraw-Hill, 2010	Todos
CRUZ GARRITZ, Diana, CHAMIZO, José, et al. <i>Estructura atómica un enfoque químico</i> México Pearson Educación, 2002	1, 2, 3
CYTEC <i>Mining Chemicals Handbook</i> New York Cytec Industries, 2002	9
EBBING, Darrell D, GAMMON, Steven <i>Química general</i> México Cengage Learning, 2010	Todos
KOTZ, John C., TREICHEL, Paul M. <i>Química y reactividad química</i> México Thomson, 2003	Todos
LEWIS, Rob, EVANS, Wynne <i>Chemistry</i> New York Palgrave Foundations Series, 2011	Todos

MCMURRAY, John <i>Química orgánica</i> México Cengage Learning, 2000	8
MCMURRAY, John E., FAY, Robert C. <i>Química general</i> México Pearson Prentice Hall, 2009	Todos
RAKOFF, H., ROSE, N. C. <i>Química orgánica fundamental</i> México Limusa, Noriega Editores, 2008	8
SMITH, William F., HASHEMI, Javad <i>Foundations of Materials Science and Engineering</i> New York Mc Graw Hill, 2010	4
WADE, L. G. Jr. <i>Química orgánica</i> Madrid Pearson Prentice Hall, 2006	8
WALTHER, J. v. <i>Essentials of Geochemistry</i> New York Jones & Bartlett Publishers, 2009	9
WHITTEN, Kenneth W., DAVIS, Raymond E., et al. <i>Química</i> México Cengage Learning, 2010	Todos
ZUMDAHL, Steven S. <i>Chemical Principles</i> New York Houghton Mifflin Company, 2009	Todos

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

GARY, J. H. ., HANDWERK, G. E., <i>Refino de petróleo</i> Madrid Reverté S.A., 2003	9
--	---

GUTIÉRREZ, Mateo  
*Geomorfología* 9  
Madrid  
Pearson Prentice Hall, 2008

SPEIGHT, James G.  
*The chemistry and technology of petroleum* 9  
New York  
Crc Press Taylor & Francis Group

TARBUCK, Edward J., LUTGENS, Frederick, K.,  
*Una introducción a la geología física* 9  
Madrid  
Pearson Prentice Hall, 2010  
volumen 1 y 2

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input checked="" type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Química, Ingeniería Química o carreras afines, cuyo contenido en el área sea similar a éstas. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MINERALOGÍA**

**0487**

**2**

**9**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 3.0

Prácticas 3.0

Total 6.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 48.0

Prácticas 48.0

Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Geología General

**Seriación obligatoria consecuente:** Petrología

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno distinguirá las principales características de la estructura interna de los minerales y sus implicaciones en la morfología cristalina, orden interno, propiedades físicas y químicas. Identificará en prácticas de laboratorio las características macroscópicas de las especies minerales más comunes. Comprenderá el significado geológico general de las asociaciones mineralógicas más frecuentes.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Cristaloquímica	16.0
3.	Cristalografía	18.0
4.	Cristalofísica	6.0
5.	Génesis de los minerales	4.0
		48.0
	Actividades prácticas	48.0
	Total	96.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la mineralogía en el contexto de las ciencias de la Tierra. Empleará adecuadamente las fuentes de información durante el curso y la carrera.

**Contenido:**

1. Definición de mineral.
2. Objetivo de la ciencia mineral.
3. La Mineralogía en las ciencias de la tierra.
4. Bosquejo histórico de la ciencia de la Mineralogía.
5. Importancia económica de los minerales.
6. Referencias y literatura de Mineralogía.

## 2 Cristaloquímica

**Objetivo:** El alumno comprenderá el desarrollo de la estructura de los minerales y sus características internas. Distinguirá la estructura cristalina y los principales fenómenos que se presentan en la química de los minerales.

**Contenido:**

1. Origen y crecimiento de cristales.
2. Composición química y celda unitaria.
3. Tipos de enlace y tamaño de iones y átomos.
4. Estructura de los minerales.
5. Grupos isoestructurales y polimorfismo.
6. Soluciones sólidas.
7. Seudomorfismo y minerales no cristalinos.
8. Estabilidad mineral y diagramas de fases.

## 3 Cristalografía

**Objetivo:** El alumno analizará la simetría externa e interna de los cristales. Distinguirá los minerales cuando presenten formas cristalinas macroscópicas.

**Contenido:**

1. Desarrollo e importancia de la cristalografía.
2. Simetría externa de los cristales.
  1. Clasificación de los cristales.
  2. Ejes cristalográficos.
  3. Simbolismos de las caras de los cristales.
  4. Formas de los cristales.
  5. Proyecciones de los cristales.
  6. Los sistemas cristalinos y grupos puntuales.
  7. Gemelos o maclas.
3. Simetría de la estructura cristalina.
  1. Concepto de red.
  2. Orden interno.
  3. Elementos de simetría del espacio tridimensional.
  4. Grupos espaciales.
  5. Ejemplos de estructuras cristalinas.

## 4 Cristalofísica

**Objetivo:** El alumno analizará las diversas propiedades físicas de los minerales para entender su origen y su variabilidad.

**Contenido:**

1. Hábitos y agregados cristalinos.
2. Peso específico.
3. Color, lustre y color de raya.
4. Crucero, fractura y partición.
5. Dureza.
6. Tenacidad.
7. Propiedades magnéticas, eléctricas y radioactivas.
8. Luminiscencia.
9. Propiedades superficiales.
10. Otras propiedades.

## 5 Génesis de los minerales

**Objetivo:** El alumno analizará los fenómenos geológicos relacionados con el origen de los minerales formadores de rocas. Distinguirá los diferentes yacimientos minerales.

**Contenido:**

1. Composición química de la corteza terrestre.
2. Clasificación geoquímica de los elementos.
3. Composición mineralógica de la corteza terrestre.
4. Minerales que caracterizan los ambientes ígneo, metamórfico, sedimentario, hidrotermal y extraterrestre.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

CORNELIUS, K., DUTROW, B.

*Mineral Science*

New York

John Wiley, 2008

Todos

DANA, J. M., SALISBURY, Dana E.

*Dana's New Mineralogy*

8th edition

New York

John Wiley, 1997

Todos

DARBY, D. M., GUNTER, M. E.

*Mineralogy and Optical Mineralogy*

Mineralogical Society of America, 2008

Todos

DEER, W. A., HOWIE, R. A., et al.

*An Introduction to the Rock Forming Minerals*

2nd edition

New York

Wiley, 1992

1,5

DEXTER, P.  
*Mineralogy* Todos  
 3rd edition  
 Prentice Hall, 2010

KLEIN, Cornelius, PHILPOTTS, Anthony  
*Earth Material: Introduction to Mineralogy and Petrology* Todos  
 Cambridge  
 Cambridge University Press, 2013

NESSE, W. D.  
*Introduction to Mineralogy* 1,5  
 2nd edition  
 New York  
 Oxford University Press, 2011

WENK, H. R., BULAKH, A.  
*Minerals, their Constitution and Origin* 1,5  
 Cambridge  
 Cambridge University Press, 2004

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

BHARAT, Singh  
*Encyclopedia of Mineralogy* 1, 3,5  
 Anmol, 2008  
 3 Volúmenes

BRIAN, M., BERRY, L. G.  
*Mineralogy* Todos  
 San Francisco  
 W.H. Freeman, 1983

CORNELIUS, K., CORNELIUS, S. H.  
*Manual de Mineralogía* Todos  
 Madrid  
 Reverté, 1996  
 vol. 1 y 2

DEER, W. W., HOWIE, R. A., et al.  
*The Rock-Forming Minerals* Todos  
 2nd edition  
 New York  
 John Wiley & Sons, 1992

- KLEIN, C.  
*Minerals and Rocks. Exercises on Crystallography* 2, 3,4  
New York  
John Wiley, 2008
- LIMADEFARIA, J.  
*Structural Classification of Minerals* 2, 3, 4,5  
London  
Kluwer Academic Publishers, 2001
- SINKANKAS, J.  
*Mineralogy* Todos  
New York  
Van Nostrand, 1986
- SUNAGAWA, I.  
*Crystals, Growth, Morphology and Perfection* 2, 3,4  
Cambridge  
Cambridge University Press, 2007
- TILLEY, R. J. D  
*Crystals and Crystal Structures* 2, 3,4  
New York  
John Wiley, 2006
- WILLARD, L.  
*Encyclopedia of Minerals* Todos  
New York  
Van Nostrand, 1990
- WOOLFSON, M. M., HAI-FU, F.  
*Physical and Non-physical Methods of Solving Crystal Structures* Cambridge 2, 3, 4,5  
Cambridge University Press, 1995

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en los campos del conocimiento de la mineralogía y petrología.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN**

**1122**

**2**

**10**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**INGENIERÍA  
EN COMPUTACIÓN**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 2.0

Prácticas 32.0

Total 6.0

Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Análisis Numérico

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno resolverá problemas aplicando los fundamentos de programación para diseñar programas en el lenguaje estructurado C, apoyándose en metodologías para la solución de problemas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Panorama general	2.0
2.	Resolución de problemas	20.0
3.	Fundamentos para la construcción de código a partir del algoritmo	24.0
4.	Paradigmas de programación	10.0
5.	Cómputo aplicado a diferentes áreas de la ingeniería y otras disciplinas	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	96.0

## 1 Panorama general

**Objetivo:** El alumno definirá la importancia de la programación como herramienta en el quehacer del ingeniero.

**Contenido:**

1. Evolución de la programación.
2. Beneficios de la programación (a la sociedad, a la industria, a la medicina, entre otros).
3. Algoritmos en la solución de problemas y sus retos.
4. Explicar el propósito y el papel de los fundamentos de la programación en la ingeniería.

## 2 Resolución de problemas

**Objetivo:** El alumno resolverá problemas mediante la especificación algorítmica.

**Contenido:**

1. Definición, planteamiento y modelado del problema.
  1. Formular el problema.
  2. Analizar el problema.
  3. Diseñar una estrategia de búsqueda de la solución.
2. Algoritmos para la resolución del problema.
  1. Definición y representación de algoritmos.
  2. Conversión del planteamiento del problema al algoritmo.
3. Definición del modelo computacional.
  1. Máquina de Von Neuman.
  2. Máquina de Turing.
4. Refinamiento del algoritmo paso a paso.
  1. Planteamiento de la solución del problema.
  2. Descomposición de la solución del problema en submódulos.
  3. Aplicación de las estructuras básicas de control: secuencial, condicional e iterativo.

## 3 Fundamentos para la construcción de código a partir del algoritmo

**Objetivo:** El alumno construirá programas utilizando el lenguaje de programación C a través de un análisis y modelado algorítmico previo.

**Contenido:**

1. Sintaxis básica y semántica.
2. Variables, tipos, expresiones y asignación.
3. Estructuras de control condicional e iterativo.
4. Funciones y paso de parámetros.
5. Descomposición estructurada.
6. Manejo de E/S.
7. Estrategias de depuración.
  1. Tipo de errores.
  2. Técnicas de depuración.

## 4 Paradigmas de programación

**Objetivo:** El alumno distinguirá los diversos paradigmas de programación; y seleccionará el uso de ellas de acuerdo

con las características y tipo de problemas por resolver.

**Contenido:**

1. Programación estructurada.
2. Programación orientada a objetos.
3. Programación lógica.
4. Programación paralela.
5. Principales usos de los paradigmas para la solución de problemas.
6. Nuevas tendencias.

**5 Cómputo aplicado a diferentes áreas de la ingeniería y otras disciplinas**

**Objetivo:** El alumno identificará la aplicación del cómputo para la solución de problemas en las diferentes áreas disciplinares.

**Contenido:**

1. Tendencia de desarrollo de software.
  1. Software propietario.
  2. Software libre.
2. Aplicaciones.
  1. Ciencias físicas y de la ingeniería.
  2. Ciencias médicas y de la salud.
  3. Leyes, ciencias sociales y del comportamiento.
  4. Artes y humanidades.
  5. Otras disciplinas.

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

BROOKSHEAR, J. Gleen

*Computer Science: An Overview*

11th edition

Boston

Prentice Hall, 2011

Todos

CAIRÓ, Osvaldo

*Metodología de la Programación. Algoritmos, Diagramas de Flujo y Programas* 2a. edición

México

Alfaomega, 2003

Tomos I y II

Todos

FELLEISEN, Matthias, FINDLET, Robert Bruce, et al.

*How to Design Programs. An Introduction to Programming and Computing* Cambridge

MIT Press, 2001

Todos

HOROWITZ, Ellis

*Computer Algorithms*

Todos

2nd edition  
Summit, NJ  
Silicon Press,2007

KERNIGHAN, Brian W., PIKE, Rob  
*The Practice of Programming (Addison-Wesley Professional  
Computing Series)* New Jersey Todos  
Addison-Wesley, 1994

KERNIGHAN, Brian, RITCHIE, Dennis  
*C Programming Language* Todos  
2nd edition  
New Jersey  
Prentice Hall, 1988

MCCONNELL, Steve  
*Code Complete2* Todos  
2nd edition  
Redmond, WA  
Microsoft Press, 2004

SZNAJDLEDER, Pablo  
*Algoritmos a fondo: con implementación en C y JAVA* Todos  
Buenos Aires  
Alfaomega, 2012

VOLAND, Gerard  
*Engineering by Design* Todos  
2nd edition  
Upper Saddle River, NJ  
Prentice Hall, 2003

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

ALLEN, Tucker, ROBERT, Noonan  
*Programming Languages* 1, 2 y 4  
2nd edition  
New Jersey  
McGraw-Hill, 2006

MICHAEL, L. Scott  
*Programming Language Pragmatics* 1, 2 y 3  
Third Edition  
Cambridge  
Morgan Kaufmann, 2009

PETER, Sestoft

*Programming Language Concepts (Undergraduate Topics in  
Computer Science* Copenhagen

1, 2 y3

Springer, 2012

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	X
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

El profesor será egresado de la carrera de Ingeniería en Computación o una carrera afín. Tendrá conocimientos y experiencia en el diseño de algoritmos y programas del paradigma estructurado, así como en el desarrollo de algoritmos, aplicaciones a diferentes áreas de conocimiento y proyectos de software.

## **TERCER SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**FUNDAMENTOS DE  
TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO**

**1330**

**3**

**10**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE  
FÍSICA Y QUÍMICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 2.0

Prácticas 32.0

Total 6.0

Total 96.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los conceptos, principios y leyes fundamentales de la termodinámica y de los circuitos eléctricos para aplicarlos en la resolución de problemas elementales de ingeniería.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos fundamentales	8.0
2.	La primera ley de la termodinámica	16.0
3.	La segunda ley de la termodinámica	12.0
4.	Electromagnetismo	12.0
5.	Circuitos eléctricos en corriente continua	12.0
6.	Circuitos eléctricos en corriente alterna	4.0
		64.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	96.0

## 1 Conceptos fundamentales

**Objetivo:** El alumno analizará algunos de los conceptos básicos de la física identificando sus dimensiones y unidades en el SI.

**Contenido:**

1. Conceptos de masa, fuerza, peso, peso específico, densidad y volumen específico; dimensiones y unidades en el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Concepto de presión en fluidos; presiones absolutas y relativas.
3. Concepto de temperatura empírica; escalas de temperatura de Celsius y de Kelvin.
4. La ley cero de la termodinámica.
5. Concepto de energía; energías en tránsito y energías como propiedad del sistema.
6. Energías cinética, potencial gravitatoria e interna.

## 2 La primera ley de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno realizará balances de energía en sistemas termodinámicos, mediante la aplicación de la primera ley de la termodinámica.

**Contenido:**

1. Definición de termodinámica; concepto de sistema termodinámico; frontera y ambiente
2. Propiedades termodinámicas: intensivas e extensivas; conceptos de estado, proceso, ciclo y fase; equilibrio termodinámico.
3. Propiedades de las sustancias; sustancia pura; postulado de estado; entalpía.
4. Concepto de calor como energía en tránsito; el signo del calor que entra es positivo; entalpías de transformación.
5. Concepto de trabajo; el signo del trabajo que se realiza sobre el sistema es positivo; interpretación gráfica del trabajo en el diagrama (v,P).
6. Principios de conservación de la energía y de la masa; ecuación de continuidad.
7. La primera ley de la termodinámica para ciclos y procesos en sistemas cerrados.
8. Modelo de gas ideal; capacidades térmicas específicas a presión y volumen constantes; procesos con gas ideal: isobárico, isométrico, isotérmico, adiabático y politrópico y sus relaciones presión-volumen-temperatura.
9. La primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos bajo flujo estacionario y régimen permanente; la ecuación de Bernoulli.

## 3 La segunda ley de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno analizará los conceptos que le permitan comprender las restricciones que impone la segunda ley de la termodinámica a los flujos energéticos.

**Contenido:**

1. Conceptos de depósito térmico y máquina térmica.
2. Eficiencia térmica y coeficiente térmico.
3. Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius.
4. Conceptos de procesos reversible, irreversible y causas de irreversibilidad.
5. Ciclo de Carnot; teorema de Carnot; eficiencia y coeficiente térmicos máximos.
6. Desigualdad de Clausius; concepto de entropía y principio de incremento de entropía.
7. Variación de entropía en procesos con gas ideal.

## 4 Electromagnetismo

**Objetivo:** El alumno conocerá los conceptos y leyes que le permitan comprender algunos de los fenómenos eléctricos y magnéticos, haciendo énfasis en los antecedentes necesarios para el análisis de circuitos eléctricos.

**Contenido:**

1. Concepto de carga eléctrica y principio de conservación de la carga.
2. Ley de Coulomb; concepto de campo eléctrico, unidad de medición en el SI.; campo eléctrico de cargas puntuales y entre placas planas y paralelas.
3. Conceptos de energía potencial eléctrica y diferencia de potencial eléctrico, unidades en el SI; diferencias de potencial de cargas puntuales y entre placas planas y paralelas.
4. Concepto de capacitancia; capacitor de placas planas y paralelas; energía almacenada en un capacitor.
5. Conexiones sencillas en serie, en paralelo y en puente, como una combinación de las anteriores, de capacitores; capacitor equivalente.
6. Fuentes de fuerza electromotriz; pilas y baterías.
7. Corriente eléctrica y definiciones de corriente eléctrica continua, directa y alterna.
8. Experimento de Oersted; concepto de campo magnético y fuerza de origen magnético.

## 5 Circuitos eléctricos en corriente continua

**Objetivo:** El alumno realizará balances de energía en circuitos eléctricos sencillos de corriente continua.

**Contenido:**

1. Potencia eléctrica suministrada por una fuente ideal de fuerza electromotriz y ley de Joule.
2. Relación de Ohm y resistencia eléctrica.
3. Conexiones sencillas en serie, en paralelo y en puente, como una combinación de las anteriores, de resistores; resistor equivalente.
4. Leyes de Kirchhoff aplicadas al estudio de circuitos eléctricos resistivos de corriente continua.
5. Ley de Ampere; campo magnético producido por un conductor recto y por un solenoide largo; concepto de flujomagnético.
6. Inducción electromagnética, ley de inducción de Faraday y el principio de Lenz.
7. Concepto de inductancia; inductancia de un solenoide largo; energía almacenada en un inductor.
8. Conexiones sencillas en serie, en paralelo y en puente, como una combinación de las anteriores, de inductores alejados entre sí; inductorequivalente.

## 6 Circuitos eléctricos en corriente alterna

**Objetivo:** El alumno realizará balances de energía en circuitos eléctricos sencillos de corriente alterna.

**Contenido:**

1. Diferencia de potencial y corriente eléctrica alternos sinusoidales monofásicos.
2. Valores promedio, medio y eficaz de corriente eléctrica y de diferencia de potencial alternos.
3. Circuitos eléctricos en serie y en paralelo con resistores y fuentes de corriente alterna.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BAUER, Wolfgang, WESTFALL, Gary D.

*Física para ingeniería y ciencias con física moderna*

México

McGraw Hill, 2011

Todos

OHANIAN, Hans C., MARKERT, John T.

*Física para ingeniería y ciencias*

3a. edición

México

McGraw Hill, 2009

Todos

YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A.

*Física universitaria con física moderna*

12a. edición

México

Addison Wesley, 2009

Todos

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

KNIGH, Randall

*Physics for Scientists and Engineers*

2nd. edition

San Francisco

Addison Wesley, 2008

Todos

YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A.

*University Physics with Modern Physics*

13th. edition

San Francisco

Addison Wesley, 2012

Todos

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input checked="" type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en ingeniería, física o carreras afines cuya carga académica en el área sea similar a estas. Será deseable que el profesor tenga estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica. El profesor estará convencido de la importancia de la actividad experimental en la enseñanza de la física.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**ECUACIONES DIFERENCIALES**

**1325**

**3**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE  
CIENCIAS APLICADAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Cálculo Integral

**Seriación obligatoria consecuente:** Análisis Numérico

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conceptos fundamentales de las ecuaciones diferenciales para resolver problemas físicos y geométricos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Ecuaciones diferenciales de primer orden lineales y no lineales	15.0
2.	Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior	15.0
3.	Transformada de Laplace y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales	20.5
4.	Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales	13.5
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

### 1 Ecuaciones diferenciales de primer orden lineales y no lineales

**Objetivo:** El alumno identificará las ecuaciones diferenciales como modelo matemático de fenómenos físicos y geométricos y resolverá ecuaciones diferenciales de primer orden.

**Contenido:**

1. Definición de ecuación diferencial. Ecuación diferencial ordinaria. Definición de orden de una ecuación diferencial.
2. Solución de la ecuación diferencial: general y particular. Definición de solución singular.
3. Problema de valor inicial.
4. Teorema de existencia y unicidad para un problema de valores iniciales.
5. Ecuaciones diferenciales de variables separables.
6. Ecuaciones diferenciales homogéneas.
7. Ecuaciones diferenciales exactas. Factor integrante.
8. Ecuación diferencial lineal de primer orden. Solución de la ecuación diferencial homogénea asociada. Solución general de la ecuación diferencial lineal de primer orden.

### 2 Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior

**Objetivo:** El alumno aplicará los conceptos fundamentales de las ecuaciones diferenciales lineales ordinarias al analizar e interpretar problemas físicos y geométricos.

**Contenido:**

1. La ecuación diferencial lineal de orden  $n$ . Operador diferencial. Polinomios diferenciales. Igualdad entre polinomios diferenciales. Operaciones y propiedades de polinomios diferenciales.
2. Funciones linealmente independientes y wronskiano.
3. La ecuación diferencial lineal de orden  $n$  homogénea de coeficientes constantes y su solución. Ecuación auxiliar. Raíces reales diferentes, reales iguales y complejas.
4. Solución de la ecuación diferencial lineal de orden  $n$  no homogénea. Método de coeficientes indeterminados. Método de variación de parámetros.

### 3 Transformada de Laplace y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales

**Objetivo:** El alumno aplicará la transformada de Laplace en la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.

**Contenido:**

1. Definición de la transformada de Laplace. Condición suficiente para la existencia de la transformada de Laplace. La transformada de Laplace como un operador lineal. Teorema de traslación en el dominio de  $s$  (primer teorema de traslación). Transformada de la  $n$ -ésima derivada de una función. Derivada de la transformada de una función. Transformada de la integral de una función. Definición de las funciones: rampa, escalón e impulso unitarios, así como sus respectivas transformadas de Laplace. Teorema de traslación en el dominio de  $t$  (segundo teorema de traslación).
2. Transformada inversa de Laplace. La no unicidad de la transformada inversa. Linealidad de la transformada inversa. Definición de convolución de funciones. Uso del teorema de convolución para obtener algunas transformadas inversas de Laplace.
3. Condiciones de frontera.
4. Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden. Representación matricial. Transformación de una ecuación diferencial de orden  $n$  a un sistema de  $n$  ecuaciones de primer orden. Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales aplicando la transformada de Laplace.

### 4 Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

**Objetivo:** El alumno identificará las ecuaciones en derivadas parciales, y aplicará el método de separación de

variables en su resolución.

**Contenido:**

1. Definición de ecuación diferencial en derivadas parciales. Orden de una ecuación diferencial en derivadas parciales. Ecuación diferencial en derivadas parciales lineal y no lineal. Solución de la ecuación diferencial en derivadas parciales: completa, general y particular.
2. El método de separación de variables.
3. Serie trigonométrica de Fourier. Serie seno de Fourier. Serie coseno de Fourier. Cálculo de los coeficientes de la serie trigonométrica de Fourier.
4. Ecuación de onda, de calor y de Laplace con dos variables independientes. Resolución de una de estas ecuaciones.

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

CARMONA, Isabel, FILIO, Ernesto <i>Ecuaciones diferenciales</i> 5a. edición México Pearson-Addison-Wesley, 2011	Todos
NAGLE, Kent, SAFF, Edward, SNIDER, Arthur <i>Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera</i> 4a. edición México Pearson-Addison-Wesley, 2005	Todos
ZILL, Dennis <i>Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado</i> 10a. edición México Cengage. Learning, 2015	1, 2 y 3
ZILL, Dennis, WRIGHT, Warren <i>Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera</i> 8a. edición México Cengage. Learning, 2015	Todos
ZILL, Dennis, WRIGHT, Warren <i>Matemáticas avanzadas para ingeniería</i> 4a. edición México McGraw-Hill, 2012	Todos

**Temas para los que se recomienda:****Bibliografía complementaria**

BOYCE, William, DI PRIMA, Richard <i>Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera</i> 5a. edición México Limusa Wiley, 2010	Todos
BRANNAN, James, BOYCE, William <i>Ecuaciones diferenciales. Una introducción a los métodos modernos y sus aplicaciones</i> México Patria, 2007	Todos
EDWARDS, Henry, PENNEY, David <i>Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera</i> 4a. edición México Pearson-Prentice-Hall, 2008	Todos
NAGLE, Kent, SAFF, Edward, SNIDER, Arthur <i>Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems</i> 3rd. edition Miami Addison-Wesley Longman, 2000	Todos
RAMÍREZ, Margarita, ARENAS, Enrique <i>Cuaderno de ejercicios de ecuaciones diferenciales</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2011	Todos

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input checked="" type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**CÁLCULO VECTORIAL**

**1321**

**3**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE MATEMÁTICAS**

**INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Cálculo Integral

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los criterios para optimizar funciones de dos o más variables, analizará funciones vectoriales y calculará integrales de línea e integrales múltiples para resolver problemas físicos y geométricos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Máximos y mínimos de funciones de dos o más variables	11.0
2.	Funciones vectoriales	22.5
3.	Integrales de línea	9.5
4.	Integrales múltiples	21.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Máximos y mínimos de funciones de dos o más variables

**Objetivo:** El alumno aplicará los criterios para optimizar funciones de dos o más variables en la resolución de problemas relacionados con la ingeniería.

**Contenido:**

1. Máximos y mínimos, relativos y absolutos para funciones de dos y tres variables independientes. Puntos críticos. Establecimiento de la condición necesaria para que un punto sea extremo relativo o punto silla.
2. Deducción del criterio de la segunda derivada para funciones de dos y tres variables. Conceptos de matriz y determinantes hessianos. Resolución de problemas.
3. Formulación de problemas de máximos y mínimos relativos con restricciones. Establecimiento de la ecuación de Lagrange. Resolución de problemas de máximos y mínimos relacionados con la ingeniería.

## 2 Funciones vectoriales

**Objetivo:** El alumno analizará las variaciones de funciones vectoriales utilizando diferentes sistemas de coordenadas.

**Contenido:**

1. Definición de función vectorial de variable escalar y de función vectorial de variable vectorial. Ejemplos físicos y geométricos y su representación gráfica para los casos de una, dos o tres variables independientes. Concepto de campo vectorial.
2. Definición, interpretación geométrica y cálculo de la derivada de funciones vectoriales de variable escalar y de las derivadas parciales de funciones vectoriales de variable vectorial. Propiedades de la derivada de funciones vectoriales.
3. Ecuación vectorial de una curva. Análisis de curvas a través de la longitud de arco como parámetro. Deducción del triedro móvil y de las fórmulas de Frenet-Serret. Aplicaciones a la mecánica.
4. Vector normal a una superficie a partir de su ecuación vectorial, aplicaciones.
5. La diferencial de funciones vectoriales de variable escalar y de variable vectorial.
6. Concepto de coordenadas curvilíneas. Ecuaciones de transformación. Coordenadas curvilíneas ortogonales. Factores de escala, vectores base y Jacobiano de la transformación. Definición e interpretación de puntos singulares. Condición para que exista la transformación inversa.
7. Coordenadas polares. Ecuaciones de transformación. Curvas en coordenadas polares: circunferencias, cardioides, lemniscatas y rosas de  $n$  pétalos.
8. Coordenadas cilíndricas circulares y coordenadas esféricas. Ecuaciones de transformación, factores de escala, vectores base y Jacobiano.
9. Generalización del concepto de gradiente. Definiciones de divergencia y rotacional, interpretaciones físicas. Campos irrotacional y solenoidal, aplicaciones. Concepto y aplicaciones del laplaciano. Función armónica. Propiedades del operador nabla aplicado a funciones vectoriales.
10. Cálculo del gradiente, divergencia, laplaciano y rotacional en coordenadas curvilíneas ortogonales.

## 3 Integrales de línea

**Objetivo:** El alumno resolverá problemas físicos y geométricos mediante el cálculo de integrales de línea en diferentes sistemas de coordenadas.

**Contenido:**

1. Definición y propiedades de la integral de línea. Cálculo de integrales de línea a lo largo de curvas abiertas y cerradas.
2. La integral de línea como modelo matemático del trabajo y sus representaciones vectorial, paramétrica y diferencial. Conceptos físico y matemático de campo conservativo.
3. Concepto de función potencial. Integración de la diferencial exacta. Obtención de la función potencial en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas. Relación entre la independencia de la trayectoria, la diferencial exacta y el campo conservativo.

### 3.4 Cálculo de integrales de línea en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas.

## 4 Integrales múltiples

**Objetivo:** El alumno aplicará integrales múltiples en la resolución de problemas físicos y geométricos, y empleará los teoremas de Gauss y de Stokes para calcular integrales de superficie.

**Contenido:**

1. Definición e interpretación geométrica de la integral doble.
2. Concepto de integral reiterada. Cálculo de la integral doble mediante la reiterada. Concepto y representación gráfica de regiones. Cálculo de integrales dobles en regiones regulares.
3. Superficies. Ecuación cartesiana, ecuaciones paramétricas y ecuación vectorial de superficies cuádricas.
4. Aplicaciones de la integral doble en el cálculo de áreas, volúmenes y momentos de inercia. Cálculo de integrales dobles con cambio a otros sistemas de coordenadas curvilíneas ortogonales.
5. Teorema de Green, aplicaciones.
6. Integral de superficie, aplicaciones. Cálculo del área de superficies alabeadas en coordenadas cartesianas y cuando están dadas en forma vectorial.
7. Concepto e interpretación geométrica de la integral triple. Integral reiterada en tres dimensiones. Cálculo de la integral triple en regiones regulares. Cálculo de volúmenes. Integrales triples en coordenadas cilíndricas, esféricas y en algún otro sistema de coordenadas curvilíneas.
8. Teorema de Stokes. Teorema de Gauss.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

LARSON, Ron, BRUCE, Edwards

*Cálculo 2 de varias variables*

9a. edición

México

McGraw-Hill, 2010

Todos

MENA I., Baltasar

*Cálculo Vectorial: Grad, Div, Rot ... y algo más*

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2011

Todos

ROGAWSKI, Jon

*Cálculo varias variables*

2a. edición

Barcelona

Reverté, 2012

Todos

### Bibliografía complementaria

### Temas para los que se recomienda:

LARSON, R., HOSTETLER P., Robert, BRUCE, Edwards, H.,

*Calculus with Analytic Geometry*

8th. edition

Boston

Todos

Houghton Mifflin Company, 2006

MARSDEN, Jerrold E., TROMBA, Anthony J.

*Cálculo Vectorial*

Todos

5a. edición

Madrid

Pearson Educación, 2004

SALAS/ HILLE /ETGEN

*Calculus. Una y varias variables. Volumen II*

Todos

4a. edición

Barcelona

Reverté, 2003

STEWART, James

*Cálculo de varias variables*

Todos

6a. edición

México

Cengage Learning, 2008

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>PETROLOGÍA</b>	<b>1137</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>	<b>INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	
División	Departamento	Licenciatura	
<b>Asignatura:</b>	<b>Horas/semana:</b>	<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas 2.0	Teóricas	32.0
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas 2.0	Prácticas	32.0
	Total 4.0	Total	64.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Mineralogía

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno distinguirá en el laboratorio los diferentes tipos de rocas a partir de la descripción de sus características mineralógicas, texturales y de su composición química. Comprenderá los procesos que las originan en su contexto geológico de formación y su distribución en el registro geológico de México.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	3.0
2.	Técnicas analíticas empleadas en el análisis y la identificación de rocas y minerales	2.0
3.	Rocas ígneas	9.0
4.	Rocas Sedimentarias	9.0
5.	Rocas Metamórficas	9.0
		32.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos de la petrología, la clasificación genética de las rocas, el contexto en el que se forman y los procesos que las originan.

**Contenido:**

1. Objetivos de la petrología
2. Los materiales de la Tierra: minerales y rocas
3. Estructura interna de la Tierra y su composición química
4. Gradiente geotérmico y geobárico
5. Energía y fuentes de calor de la Tierra

## 2 Técnicas analíticas empleadas en el análisis y la identificación de rocas y minerales

**Objetivo:** El alumno utilizará las principales técnicas analíticas utilizadas para identificar minerales y rocas.

**Contenido:**

1. Estudios petrográficos y minerográficos
2. Difracción de Rayos X
3. Espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo
4. Microsonda electrónica

## 3 Rocas ígneas

**Objetivo:** El alumno empleará la metodología para describir, identificar y clasificar los diferentes tipos de rocas ígneas a partir de sus componentes minerales, texturas, composición química y estructuras. Además de comprender los procesos de su formación para realizar inferencias sobre el contexto geológico en que se originan.

**Contenido:**

1. Introducción: concepto de roca ígnea y su ubicación en el ciclo de las rocas
2. Principales minerales formadores de rocas ígneas
3. Composición química
4. Clasificaciones minerales y químicas
5. Texturas
6. Productos de la actividad ígnea: formas y estructuras
7. Origen: generación de magmas basálticos, mecanismos de fusión del manto
8. Procesos de diferenciación magmática: cristalización fraccionada, contaminación/asimilación cortical, mezcla
9. Magmatismo y tectónica de placas
10. Distribución de las rocas ígneas en el registro geológico de México

## 4 Rocas Sedimentarias

**Objetivo:** El alumno empleará la metodología para describir, identificar y clasificar los diferentes tipos de rocas sedimentarias a partir de sus componentes minerales, texturas, composición química y estructuras. Comprenderá los procesos de su formación para realizar inferencias sobre el contexto geológico en que se originan.

**Contenido:**

1. Introducción: concepto de roca sedimentaria y su ubicación en el ciclo de las rocas
2. Los procesos que forman parte de la litificación de sedimentos.
3. Tipos de rocas sedimentarias: detríticas y químicas
4. Principales minerales formadores de rocas sedimentarias
5. Composición química de las rocas sedimentarias
6. Clasificación de las rocas sedimentarias
7. Texturas

8. Estructuras sedimentarias primarias
9. Sedimentación y tectónica de placas
10. Distribución de las rocas sedimentarias en el registro geológico de México

## 5 Rocas Metamórficas

**Objetivo:** El alumno empleará la metodología para describir, identificar y clasificar los diferentes tipos de rocas metamórficas a partir de sus componentes minerales, texturas, composición química, estructuras y paragénesis. Comprenderá los procesos de su formación para realizar inferencias sobre el contexto geológico en que se originan.

**Contenido:**

1. Introducción: concepto de roca metamórfica y su ubicación en el ciclo de las rocas
2. Metamorfismo y los factores que lo controlan
3. Texturas y minerales de rocas metamórficas
4. Clase química
5. Tipos de metamorfismo: térmico, dinámico, dinámico-térmico y su contexto regional
6. Criterios de clasificación
7. Facies metamórfica
8. Metamorfismo y tectónica de placas
9. Distribución de las rocas metamórficas en el registro geológico de México

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BLATT, H. And Owens, B.,

*Petrology*

-

San Francisco, 2006

W.H. Freeman

BOGGS, S. Jr.

*Petrology of Sedimentary Rock*

2nd ed.

Cambridge, 2009

Cambridge University Press

GILL, R.

*Igneous rocks and processes: a practical guide*

-

2010

Wiley-Blackwell

KLEIN, C., AND PHILPOTTS, A.

*Earth materials. Introduction to mineralogy and petrology*

-

2013

Cambridge University Press

RAYMOND, L.

*Petrology: The study of igneous, sedimentary and*

-

*metamorphic rocks* 2a edition

2007

Waveland Press, Inc.

WINTER, J.

*Principles of igneous and metamorphic petrology* -

2ª Edition

2010

Prentice Hall

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

BEST, M. Y Christiansen

*Igneous Petrology* -

-

2001

Blackwell Science, Inc.

PHILPOTTS, A. r. And Ague, J.,

*Principles of Igneous and Metamorphic Petrology* -

2ª edition

2009

Cambridge University Press

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en los campos del conocimiento de la petrología y sus aplicaciones en las diversas áreas de las ciencias de la Tierra.



PROGRAMA DE ESTUDIO

REDACCIÓN Y EXPOSICIÓN  
DE TEMAS DE INGENIERÍA

1124

3

6

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	ASIGNATURAS SOCIOHUMANÍSTICAS	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 2.0

Prácticas 2.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 32.0

Prácticas 32.0

Total 64.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno mejorará su competencia en el uso de la lengua a través del desarrollo de capacidades de comunicación en forma oral y escrita. Valorará también la importancia de la expresión oral y de la redacción en la vida escolar y en la práctica profesional. Al final del curso, habrá ejercitado habilidades de estructuración y desarrollo de exposiciones orales y de redacción de textos sobre temas de ingeniería.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Comunicación y lenguaje	8.0
2.	Estructura del texto escrito	10.0
3.	La redacción	10.0
4.	La exposición oral	8.0
5.	Ejercicios de redacción de escritos técnicos sobre ingeniería	14.0
6.	Ejercicios de exposición oral de temas de ingeniería	14.0
		64.0
	Total	64.0

## 1 Comunicación y lenguaje

**Objetivo:** El alumno comprenderá los propósitos, elementos y funciones del proceso de comunicación. Distinguirá los conceptos de lenguaje, lengua y habla. Identificará las características de la lengua oral y la escrita. Analizará la estructura y función gramatical de palabras y oraciones.

**Contenido:**

1. Proceso de comunicación: características, componentes y funciones.
2. Lenguaje: definición, tipos y características.
3. Relación entre lenguaje, lengua y habla.
4. Diferencia entre lengua oral y lengua escrita.
5. Estructura y función gramatical de palabras y oraciones.
6. Ejercicios de comunicación lingüística.

## 2 Estructura del texto escrito

**Objetivo:** El alumno identificará la estructura y propiedades del texto escrito. Distinguirá los tipos de textos descriptivos-argumentativos.

**Contenido:**

1. Texto: estructura y propiedades (adecuación, coherencia y cohesión). Marcadores discursivos.
2. Párrafo: características y clasificación.
3. Tipos de textos descriptivos-argumentativos: informe técnico, artículo científico, ensayo y tesis.
4. Ejercicios de análisis de estructura de textos.

## 3 La redacción

**Objetivo:** El alumno mejorará sus capacidades de expresión escrita, mediante la selección de vocablos adecuados y la estructuración de éstos para la comunicación efectiva de sus ideas, en el marco de la normatividad de la lengua española.

**Contenido:**

1. Características de una buena redacción: claridad, precisión, estilo.
2. Operaciones básicas para la configuración de textos: descripción, narración, exposición y argumentación.
3. Errores y deficiencias comunes en la redacción.
4. Reglas básicas de ortografía. Ortografía técnica, especializada y tipográfica.
5. Ejercicios prácticos de redacción.

## 4 La exposición oral

**Objetivo:** El alumno será capaz de exponer un tema en público, debidamente estructurado y con la mayor claridad posible.

**Contenido:**

1. Preparación del tema.
2. Esquemas conceptuales y estructuras expositivas.
3. Técnicas expositivas.
4. Problemas comunes de expresión oral (articulación deficiente, muletillas, repeticiones, repertorio léxico).
5. Material de apoyo.
6. Ejercicios prácticos de exposición oral.

## 5 Ejercicios de redacción de escritos técnicos sobre ingeniería

**Objetivo:** El alumno ejercitará las normas de redacción del español, mediante el desarrollo de trabajos escritos sobre tópicos de interés para la ingeniería.

**Contenido:**

1. Planeación de escrito.
2. Acopio y organización de la información.
3. Generación y jerarquización de ideas y argumentos. Mapas conceptuales.
4. Estructuración y producción del texto.
5. Aparato crítico: citas, sistemas de referencia y bibliografía.
6. Revisión y corrección del escrito.
7. Versión final del trabajo escrito.

**6 Ejercicios de exposición oral de temas de ingeniería**

**Objetivo:** El alumno desarrollará sus capacidades expresión oral, mediante la exposición en clase de algún tema de interés para la ingeniería.

**Contenido:**

1. Planeación de la exposición.
2. Acopio y organización de la información.
3. Generación y jerarquización de ideas y argumentos. Mapas conceptuales.
4. Estructuración del discurso.
5. Utilización de apoyos visuales y otros recursos.
6. Presentación pública del tema.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

CUAIRÁN RUIDIAZ, Maria, FIEL RIVERA, Amelia Guadalupe <i>Elaboración de textos didácticos de ingeniería</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2008	Todos
MARTÍN VIVALDI, Gonzalo <i>Curso de redacción: del pensamiento a la palabra: teoría y práctica de la composición y del estilo</i> Madrid Paraninfo, 1998	2,4
MOLINER, María <i>Diccionario de uso del español</i> Madrid Gredos, 2007	2,4
REAL ACADEMIA ESPAÑOLA <i>Nueva gramática de la lengua española</i> México Planeta, 2010	2,4
REAL ACADEMIA ESPAÑOLA <i>Ortografía de la lengua española</i> México Planeta, 2011	1,2,4

SECO, Manuel <i>Gramática esencial de la lengua española</i> Madrid Espasa Calpe, 1998	1,2,4
SECO, Manuel <i>Diccionario dedudas</i> Madrid Espasa Calpe, 1999	1,2,4
SERAFINI, María Teresa <i>Cómo redactar un tema. Didáctica de la escritura</i> México Paidós Mexicana, 1991	2,4
SERAFINI, María Teresa <i>Cómo se escribe</i> México Paidós Mexicana, 2009	2,4

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

ALEGRÍA DE LA COLINA, Margarita <i>Curso de lectura y redacción</i> México UAM, Unidad Azcapotzalco, 1993	2,4
ALVAREZ ANGULO, Teodoro <i>Cómo resumir un texto</i> Barcelona Octaedro, 2000	2,4
BOBENRIETH ASTETE, Manuel <i>El artículo científico original: estructura, estilo, y lectura crítica</i> Granada Escuela Andaluza de Salud Pública, 1994	2,4
CALERO PÉREZ, Mavilo <i>Técnicas de Estudio</i> México Alfaomega, 2009.	2,4
CATALDI AMATRIAIN, Roberto M <i>Los informes científicos: cómo elaborar tesis, monografías, artículos para publicar, etcétera</i> Buenos Aires	2,4

2003

ECO, Umberto

*Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de*

2,4

*estudio, investigación y escritura* México

Gedisa, 1986

ESCARPANTER, José A.

*La letra con arte entra: técnicas de redacción creativa*

2,4

Madrid

Playor, 1996

FERNÁNDEZ DE LA TORRIENTE, Gastón

*Comunicación escrita*

2,4

Madrid

Playor, 1993

FERREIRO, Pilar A.

*Cómo dominar la redacción*

2,4

Madrid

Playor, 1993

GARCÍA FERNÁNDEZ, Dora

*Taller de lectura y redacción: un enfoque hacia el  
razonamiento verbal* México

2,4

Limusa, 1999

GONZÁLEZ ALONSO, Carlos

*Principios básicos de comunicación*

2,4

México

Trillas, 1992

ICART ISERT, María Teresa

*Elaboración y presentación de un proyecto de investigación  
y una tesina* Barcelona

2,3,4,5

Universitat de Barcelona, 2000

LÓPEZ ABURTO, Víctor Manuel Y Amelia Guadalupe Fiel Rivera

*Manual para la redacción de informes técnicos*

2,4

México

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2004

LÓPEZ CHÁVEZ, Juan

*Comprensión y redacción del español básico*

1,2,4

4a. edición

México

Pearson Educación, 1992

MAQUEO, Ana María	
<i>Para escribirte mejor: Redacción y ortografía</i>	2,4
México	
Limusa-Noriega, 1994	
MERCADO H., Salvador	
<i>¿Cómo hacer una tesis? Tesinas, Informes, Memorias, Seminarios de Investigación y Monografías</i>	2,4
México	
Limusa, 1997	
MUÑOZ AGUAYO, Manuel	
<i>Escribir bien: manual de redacción</i>	2,4
México	
Árbol, 1995	
PAREDES, Elia Acacia	
<i>Prontuario de lectura</i>	2,4
2a. ed	
México	
Limusa, 2002	
REYES, Graciela	
<i>Cómo escribir bien en español: manual de redacción</i>	2,4
Madrid	
Arco/Libros, 1996	
REYES, Rogelio	
<i>Estrategias en el estudio y en la comunicación: cómo mejorar la comprensión y producción de textos</i>	2,4
México	
Trillas, 2003	
SERRANO SERRANO, Joaquín	
<i>Guía práctica de redacción</i>	2,4
Madrid	
Anaya, 2002	
SÁNCHEZ PÉREZ, Arsenio	
<i>Redacción avanzada I</i>	2,4
México	
International Thompson, 2001	
VIROGLIO, Adriana L	
<i>Cómo elaborar monografías y tesis</i>	2,4
Buenos Aires	
Abeledo Perrot, 1995	
WALKER, Melissa	
<i>Cómo escribir trabajos de investigación</i>	2,4

Barcelona  
Gedisa, 1997

**Referencias de internet**

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA  
*Diccionario en línea*  
2013  
en : <http://www.rae.es/rae.html>

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	X

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

## Formación académica:

Estudios universitarios de licenciatura en Lengua y Literatura o en Ciencias de la Comunicación.

## Experiencia profesional:

En docencia y/o investigación vinculada a las letras o a la comunicación. En el caso de otras profesiones, experiencia como autor de textos acreditados.

## Especialidad:

Preferentemente, titulado en Letras o Ciencias de la Comunicación, con orientación hacia la Lingüística.

## Conocimientos específicos:

Comunicación oral y redacción. Sólida cultura general.

## Aptitudes y actitudes:

Favorecer en los alumnos el reconocimiento a la buena comunicación oral y escrita como elemento indispensable para su formación integral como ingenieros.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>DIBUJO</b>	<b>0054</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
<b>CIENCIAS BÁSICAS</b>	<b>COORDINACIÓN DE CIENCIAS APLICADAS</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	
División	Departamento	Licenciatura	
<b>Asignatura:</b>	<b>Horas/semana:</b>	<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas 2.0	Teóricas	32.0
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas 2.0	Prácticas	32.0
	Total 4.0	Total	64.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Geometría Descriptiva Aplicada

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno empleará los fundamentos de geometría para elaborar planos y conocerá las bases para la interpretación de planos de ingeniería.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción al dibujo con computadora y fundamentos para el análisis gráfico	8.0
2.	Geometría descriptiva	14.0
3.	Metodologías y normas de dibujo técnico y proyecciones de cuerpos	7.0
4.	Aplicaciones del dibujo técnico en las diferentes áreas de la ingeniería	3.0
		32.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	64.0

## 1 Introducción al dibujo con computadora y fundamentos para el análisis gráfico

**Objetivo:** El alumno conocerá los fundamentos del dibujo con computadora, con el propósito de realizar representaciones gráficas. Además, empleará los conceptos fundamentales de la geometría plana básica en la resolución de problemas de ingeniería, utilizando los instrumentos y métodos adecuados.

### Contenido:

1. Introducción al dibujo asistido por computadora.
2. Demostración de los teoremas de Pitágoras, de la altura, del cateto y conceptos de equivalencia, semejanza y congruencia. Aplicaciones a problemas de ingeniería.
3. Concepto de escala y su aplicación a problemas de dibujo técnico.
4. Aplicación de los principales lugares geométricos relativos a circunferencias y rectas tangentes a circunferencias.

## 2 Geometría descriptiva

**Objetivo:** El alumno identificará las características de los elementos geométricos que componen a los objetos, así como las relaciones entre dichos elementos; además, analizará y desarrollará aspectos geométricos tridimensionales de problemas de diversas especialidades ingenieriles, mediante el manejo de proyecciones.

### Contenido:

1. Concepto de proyección ortogonal. Marco de referencia. Proyecciones diédricas del punto.
2. Análisis de la recta. Tipos y posición relativa con los planos principales de proyección. Magnitud real, rumbo y pendiente de un segmento dirigido.
3. Análisis de las posiciones relativas entre rectas. Rectas que se cortan y rectas que se cruzan. Rectas paralelas y rectas perpendiculares.
4. Análisis del plano. Tipos y posición relativa con los planos de proyección. Magnitud real de una figura plana.
5. Visibilidad e intersección de recta y plano, y de planos.

## 3 Metodologías y normas de dibujo técnico y proyecciones de cuerpos

**Objetivo:** El alumno interpretará la forma y medida de los cuerpos, con base en su representación en el plano y en el espacio, y será capaz de crear modelos tridimensionales de cuerpos con la computadora.

### Contenido:

1. Introducción a la normalización en dibujo técnico. Clasificación de plano, carta, mapa, croquis. Pie de plano e información técnica. Información marginal: simbología, norte, cuadrícula, escala, unidades, croquis de localización.
2. Proyecciones multiplanares de cuerpos.
3. Dibujo isométrico y modelado tridimensional de cuerpos con computadora.
4. Generalidades de dimensionamiento de cuerpos.

## 4 Aplicaciones del dibujo técnico en las diferentes áreas de la ingeniería

**Objetivo:** El alumno conocerá las bases para la elaboración y edición de los planos en un proyecto de ingeniería relativo a su carrera.

### Contenido:

1. Proyectodisciplinar

<i>Cuaderno de apuntes de análisis gráfico, análisis tridimensional</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 2000	2 y3
DIX, Mark, RILEY, Paul <i>Descubre AutoCAD 2004</i> Madrid Pearson Educación, 2004	1, 3 y4
GIESECKE E., Frederick Et Al. <i>Dibujo y comunicación gráfica</i> Tercera edición México Pearson Educación, 2006	1, 3 y4

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

AGUILAR C., Arturo Et Al. <i>Apuntes de dibujo</i> México UNAM, Facultad de Ingeniería, 1986	1, 2 y3
HOLLIDAY D., Kathryn <i>Geometría descriptiva aplicada</i> Segunda edición México International Thompson Editores, 2000	2
JENSEN, Cecil Et Al. <i>Dibujo y diseño en ingeniería</i> Sexta edición México McGraw-Hill, 2004	1, 3 y4

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Uso de software especializado	X
Uso de plataformas educativas	X

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	

Participación en clase	
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería. Deseable con estudios de posgrado y experiencia profesional en el área de su especialidad, con conocimientos prácticos de dibujo asistido por computadora en la ingeniería, recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica, así como en la aplicación de la multimedia y de la internet en el aprendizaje, y con experiencia en la aplicación de técnicas didácticas actuales, como el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en análisis de casos y aprendizaje colaborativo, entre otros.

## **CUARTO SEMESTRE**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**PROBABILIDAD**

**1436**

**4**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE  
CIENCIAS APLICADAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Estadística

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conceptos y la metodología básica de la teoría de la probabilidad para analizar algunos fenómenos aleatorios que ocurren en la naturaleza y la sociedad.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Teoría de la probabilidad	14.0
2.	Variables aleatorias	12.0
3.	Variables aleatorias conjuntas	14.0
4.	Modelos probabilísticos de fenómenos aleatorios discretos	12.0
5.	Modelos probabilísticos de fenómenos aleatorios continuos	12.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Teoría de la probabilidad

**Objetivo:** El alumno evaluará probabilidades utilizando axiomas y teoremas de la probabilidad, técnicas de conteo y diagramas de árbol.

**Contenido:**

1. Concepto de probabilidad.
2. Principio fundamental de conteo, análisis combinatorio, teoría de conjuntos.
3. Experimento aleatorio y determinista.
4. Espaciomuestral.
5. Eventos y su clasificación.
6. Enfoques, interpretaciones, escuelas de la probabilidad.
7. Axiomas y teoremas básicos.
8. Probabilidad condicional.
9. Probabilidad de eventos independientes.
10. Probabilidad total.
11. Teorema de Bayes.

## 2 Variables aleatorias

**Objetivo:** El alumno analizará el comportamiento de variables aleatorias discretas y continuas utilizando los fundamentos de la teoría de la probabilidad a través de sus parámetros.

**Contenido:**

1. Concepto de variable aleatoria.
2. Variable aleatoria discreta, función de probabilidad y sus propiedades. Función de distribución acumulativa y sus propiedades.
3. Variable aleatoria continua, función de densidad de probabilidad y sus propiedades. Función de distribución acumulativa y sus propiedades.
4. Valor esperado y sus propiedades.
5. Momentos con respecto al origen y a la media, variancia como segundo momento con respecto a la media e interpretación, propiedades de la variancia, función generadora de momentos.
6. Parámetros de las distribuciones de las variables aleatorias discretas y continuas. Medidas de tendencia central: media, mediana y moda. Medidas de dispersión: rango, desviación media, variancia, desviación estándar y coeficiente de variación. Medidas de forma: sesgo y curtosis.

## 3 Variables aleatorias conjuntas

**Objetivo:** El alumno formulará funciones de probabilidad y densidad para variables aleatorias discretas y continuas, analizará su comportamiento utilizando los fundamentos de la teoría de la probabilidad conjunta e individualmente de las variables, e identificará las relaciones de dependencia entre dichas variables.

**Contenido:**

1. Variables aleatorias conjuntas discretas, función de probabilidad conjunta, su definición y propiedades, funciones marginales de probabilidad y funciones condicionales de probabilidad.
2. Variables aleatorias conjuntas continuas, función de densidad conjunta, su definición y propiedades. Funciones marginales de densidad y funciones condicionales de densidad.
3. Valor esperado de una función de dos o más variables aleatorias sus propiedades y su valor esperado condicional.
4. Variables aleatorias independientes, covariancia, correlación y sus propiedades, variancia de una suma de dos o más variables aleatorias.

## 4 Modelos probabilísticos de fenómenos aleatorios discretos

**Objetivo:** El alumno aplicará algunas de las distribuciones más utilizadas en la práctica de la ingeniería, a fin de elegir la más adecuada para analizar algún fenómeno aleatorio discreto en particular.

**Contenido:**

1. Ensayo de Bernoulli, distribución de Bernoulli, cálculo de su media y varianza.
2. Proceso de Bernoulli, distribución binomial, cálculo de su media y variancia, distribución geométrica, cálculo de su media y varianza, distribución binomial negativa su media y varianza, distribución hipergeométrica.
3. Proceso de Poisson, distribución de Poisson, cálculo de su media y varianza, aproximación entre las distribuciones binomial y Poisson.

## 5 Modelos probabilísticos de fenómenos aleatorios continuos

**Objetivo:** El alumno aplicará algunas de las distribuciones más utilizadas en la práctica de la ingeniería y elegirá la más adecuada para analizar algún fenómeno aleatorio continuo en particular.

**Contenido:**

1. Distribuciones continuas, distribución uniforme continua, cálculo de su media y varianza, generación de números aleatorios y el uso de paquetería de cómputo para la generación de números aleatorios con distribución discreta o continua, utilizando el método de la transformación inversa.
2. Distribución Gamma, sus parámetros, momentos y funciones generatrices, distribución exponencial, sus parámetros, momentos y funciones generatrices.
3. Distribuciones normal y normal estándar, uso de tablas de distribución normal estándar, la aproximación de la distribución binomial a la distribución normal.
4. Distribuciones Chi-Cuadrada, T de Student, F de Fisher, Weibull y distribución Lognormal, como modelos teóricos para la estadística aplicada, sus parámetros, momentos y funciones generatrices.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

DEVORE, JayL.

*Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*

8a edición

México

Cengage Learning, 2011

Todos

GÓMEZ RAMÍREZ, Marco A, PANIAGUA BALLINAS, Jorge F.

*Fundamentos de la teoría de la probabilidad*

México

Facultad de Ingeniería, 2012

1

JOHNSON RICHARD, Arnold

*Probabilidad y estadística para ingenieros de Miller y*

*Freund* 8a edición

México

Pearson, 2011

Todos

MILTON, Susan, ARNOLD, Jesse C.

*Probabilidad y estadística con aplicaciones para ingeniería*

*y ciencias computacionales* 4a edición

México

McGraw Hill, 2004

Todos

MONTGOMERY, Douglas, HINES, William W. <i>Probabilidad y estadística para ingeniería</i> 4a edición México CECSA, 2005	Todos
NAVIDI, William <i>Estadística para ingenieros y científicos</i> 8a edición México McGraw Hill, 2006	Todos
QUEVEDO URIAS, Héctor, PÉREZ SALVADOR, Blanca Rosa <i>Estadística para ingeniería y ciencias</i> 1a edición México Patria, 2008	Todos
SPIEGEL, Murray R. <i>Estadística</i> 3a edición México McGraw Hill, 2005	Todos
WACKERLY, Dennis, MENDENHALL, William, SCHEAFFER, Richard <i>Estadística matemática con aplicaciones</i> 7a edición México Cengage Learning Editores, 2010	Todos
WALPOLE, Ronald <i>Probability and Statistics for Engineers and Scientists</i> 9a edición Boston, MA Pearson, 2011	Todos
WALPOLE, Ronald, MYERS, Raymond, MYERS, Sharon, YE, Keying <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i> 9a edición México Pearson Education, 2012	Todos

**Temas para los que se recomienda:**

**Bibliografía complementaria**

Todos

*GUTIÉRREZ, Eduardo, VLADIMIROVNA, Olga*

*Probabilidad y estadística, Aplicaciones a la ingeniería y ciencias. 1a edición*

Mexico

Grupo editorial Patria, 2014

Todos

SPIEGEL, Murray, SCHILLER, John, SRINIVASAN,

*Alu Probability and Statistics*

4th edition

New York

McGraw Hill, 2013

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras afines cuya carga académica en el área de probabilidad y estadística sea similar a estas. Deseable con estudios de posgrado o equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ANÁLISIS NUMÉRICO

1433

4

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS BÁSICAS

COORDINACIÓN DE  
CIENCIAS APLICADAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ecuaciones Diferenciales, Fundamentos de Programación

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno utilizará métodos numéricos para obtener soluciones aproximadas de modelos matemáticos. Elegirá el método que le proporcione mínimo error y utilizará equipo de cómputo como herramienta para desarrollar programas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Aproximación numérica y errores	5.0
2.	Solución numérica de ecuaciones algebraicas y trascendentes	10.0
3.	Solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales	12.0
4.	Interpolación, derivación e integración numéricas	14.0
5.	Solución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales	13.0
6.	Solución numérica de ecuaciones en derivadas parciales	10.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Aproximación numérica y errores

**Objetivo:** El estudiante describirá los diferentes tipos de errores que se presentan y las limitaciones de exactitud cuando se utiliza equipo de cómputo. Aplicará el concepto de polinomios de Taylor para aproximar funciones y medirá el error de la aproximación.

**Contenido:**

1. Introducción histórica de los métodos numéricos.
2. Necesidad de la aplicación de los métodos numéricos en la ingeniería.
3. Conceptos de aproximación numérica y error.
4. Tipos de error: Inherentes, de redondeo y por truncamiento. Errores absoluto y relativo.
5. Conceptos de estabilidad y convergencia de un método numérico.
6. Aproximación de funciones por medio de polinomios.

## 2 Solución numérica de ecuaciones algebraicas y trascendentes

**Objetivo:** El estudiante aplicará algunos métodos para la resolución aproximada de una ecuación algebraica o trascendente, tomando en cuenta el error y la convergencia.

**Contenido:**

1. Métodos cerrados. Método de bisección y de interpolación lineal (regla falsa). Interpretaciones geométricas de los métodos.
2. Métodos abiertos. Método de aproximaciones sucesivas y método de Newton-Raphson. Interpretaciones geométricas de los métodos y criterios de convergencia.
3. Método de factores cuadráticos.

## 3 Solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales

**Objetivo:** El estudiante aplicará algunos de los métodos para obtener soluciones aproximadas de sistemas de ecuaciones lineales y determinará los valores y vectores característicos de una matriz.

**Contenido:**

1. Reducción de los errores que se presentan en el método de Gauss-Jordan. Estrategias de pivoteo.
2. Métodos de descomposición LU. Crout y Doolittle.
3. Métodos iterativos de Jacobi y Gauss-Seidel. Criterio de convergencia.
4. Método de Krylov para obtener los valores y vectores característicos de una matriz y método de las potencias.

## 4 Interpolación, derivación e integración numéricas

**Objetivo:** El estudiante aplicará algunos de los métodos numéricos para interpolar, derivar e integrar funciones.

**Contenido:**

1. Interpolación con incrementos variables (polinomio de Lagrange).
2. Tablas de diferencias finitas. Interpolación con incrementos constantes (polinomios interpolantes). Diagrama de rombos.
3. Derivación numérica. Dedución de esquemas de derivación. Extrapolación de Richardson.
4. Integración numérica. Fórmulas de integración trapecial y de Simpson. Cuadratura gaussiana.

## 5 Solución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales

**Objetivo:** El estudiante comparará algunos métodos de aproximación para la solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales, sujetas a condiciones iniciales o de frontera.

**Contenido:**

1. Método de la serie de Taylor.
2. Método de Euler modificado.

3. Método de Runge-Kuta de 2° y 4° orden.
4. Solución aproximada de sistemas de ecuaciones diferenciales.
5. Solución de ecuaciones diferenciales de orden superior por el método de diferencias finitas.
6. El problema de valores en la frontera.

## 6 Solución numérica de ecuaciones en derivadas parciales

**Objetivo:** El estudiante aplicará el método de diferencias finitas para obtener la solución aproximada de ecuaciones en derivadas parciales.

**Contenido:**

1. Clasificación de las ecuaciones en derivadas parciales.
2. Aproximación de derivadas parciales a través de diferencias finitas.
3. Solución de ecuaciones en derivadas parciales utilizando el método de diferencias finitas.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BURDEN, Richard L., FAIRES, J. Douglas

*Análisis numérico*

Todos

9a. edición

México

Cengage Learning, 2011

CHAPRA, Steven C., CANALE, Raymond P.

*Métodos numéricos para ingenieros*

Todos

6a. edición

México

McGraw-Hill, 2011

GERALD, Curtis F., WHEATLEY, Patrick O.

*Análisis numérico con aplicaciones*

Todos

6a. edición

México

Prentice Hall / Pearson Educación, 2000

### Bibliografía complementaria

### Temas para los que se recomienda:

CHENEY, Ward, KINCAID, David

*Métodos numéricos y computación*

Todos

6a. edición

México

Cengage Learning, 2011

MATHEWS, John H., FINK, Kurtis D.

*Métodos numéricos con MATLAB*

Todos

3a. edición, Madrid

Prentice Hall, 2000



**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Física o carreras afines. Deseable experiencia profesional y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>MECÁNICA</b>		<b>1228</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
Asignatura		Clave	Semestre	Créditos
<b>CIENCIAS BÁSICAS</b>		<b>COORDINACIÓN DE CIENCIAS APLICADAS</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	
División		Departamento	Licenciatura	
<b>Asignatura:</b>		<b>Horas/semana:</b>		<b>Horas/semestre:</b>
Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas	6.0	Teóricas 96.0
Optativa	<input type="checkbox"/>	Prácticas	0.0	Prácticas 0.0
		Total	6.0	Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno describirá los elementos y principios fundamentales de la mecánica clásica newtoniana; analizará y resolverá problemas de equilibrio y de dinámica de partículas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos básicos y fundamentos de la mecánica newtoniana	18.0
2.	Representación y modelado de los sistemas de fuerzas	16.0
3.	Determinación experimental del centroide de un cuerpo	6.0
4.	Introducción a la dinámica de la partícula	20.0
5.	Impulso y cantidad de movimiento de la partícula	12.0
6.	Trabajo y energía de la partícula	16.0
7.	Métodos combinados para la resolución de problemas	8.0
		96.0
Actividades prácticas		0.0
Total		96.0

### 1 Conceptos básicos y fundamentos de la mecánica newtoniana

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos y principios básicos de la mecánica clásica newtoniana, así como las partes en que se divide, las leyes que las rigen y algunas aplicaciones de estas.

**Contenido:**

1. Resumen histórico y descripción de la mecánica clásica.
2. Conceptos fundamentales: espacio, tiempo, masa y fuerza.
3. Cantidades físicas escalares y vectoriales.
4. Concepto de fuerza y propiedades de los modelos de cuerpos que se emplean en la mecánica clásica.
5. Principios de adición de sistemas de fuerzas en equilibrio, de Stevin y de transmisibilidad.
6. Ley de la gravitación universal, conceptos de peso y masa de un cuerpo.
7. Aplicaciones de las leyes de Newton y de la gravitación universal.
8. El Sistema Internacional de Unidades (SI) en la mecánica newtoniana.
9. La elaboración de diagrama de cuerpo libre (dcl) para el modelo de cuerpo de una partícula.
10. Fundamentación de la construcción del dcl a partir de las leyes de la gravitación universal y de la acción y la reacción.
11. Fricción seca y fluida, naturaleza de este fenómeno, las leyes de Coulomb-Morin.
12. Descripción de la metodología experimental que fundamenta las leyes de Coulomb-Morin, obtención del coeficiente de fricción estática.

### 2 Representación y modelado de los sistemas de fuerzas

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos necesarios para analizar los sistemas de fuerzas y aplicará los principios básicos de la mecánica newtoniana para la obtención de sistemas equivalentes de fuerzas.

**Contenido:**

1. Clasificación de las fuerzas.
2. Representación vectorial del modelo de una fuerza puntual.
3. Procesos de composición y descomposición de fuerzas en el plano y en el espacio, aplicación del concepto de cambio de base vectorial.
4. Momentos de una fuerza con respecto a un punto y a un eje.
5. Definición de sistemas equivalentes de fuerzas.
6. Par de fuerzas y sus propiedades, descripción de modelos experimentales para generar un par sobre un cuerpo, estudio de sus propiedades.
7. Par de transporte.
8. Sistema general de fuerzas y su sistema fuerza-par equivalente.
9. Obtención del modelo vectorial del sistema equivalente más simple: una fuerza y un par no coplanos.  
Casos particulares de simplificación: una fuerza, un par, equilibrio.

### 3 Determinación experimental del centroide de un cuerpo

**Objetivo:** El alumno determinará experimentalmente la posición del centro de masa de un cuerpo con simetría plana, mediante la medición de tensiones en hilos que sujetan al cuerpo y la aplicación de las ecuaciones de equilibrio para un sistema de fuerza coplanario.

**Contenido:**

1. El modelo de cuerpo rígido, homogéneo y no homogéneo, concepto de simetría plana.
2. Conceptos del centros de gravedad, de masa y geométrico (centroide) de un cuerpo, sus diferencias desde la perspectiva de los sistemas de fuerzas.
3. Determinación experimental de centros de gravedad de un cuerpo con simetría plana.
4. Estudio del equilibrio de un cuerpo rígido sujeto a la acción de un sistema de fuerzas localizado en su plano de simetría.

#### 4 Introducción a la dinámica de la partícula

**Objetivo:** El alumno aplicará las leyes de Newton en el análisis del movimiento de una partícula en el plano, donde intervienen las causas que modifican a dicho movimiento.

**Contenido:**

1. Elementos básicos de la cinemática: conceptos de trayectoria, posición, velocidad, rapidez y aceleración lineales de una partícula en movimiento.
2. Sistema de referencia normal y tangencial para el movimiento curvilíneo de una partícula en el plano. Aceleración normal y aceleración tangencial, curvatura y radio de curvatura. Interpretaciones físicas y geométricas de estas propiedades asociadas a los movimientos rectilíneos y a los curvilíneos.
3. El modelo matemático vectorial de la segunda ley de Newton, su interpretación geométrica desde la perspectiva de la dependencia lineal de vectores. La explicación de la relación causa efecto asociado al concepto de la fuerza resultante de un conjunto de fuerzas.
4. El modelo matemático vectorial de la segunda ley de Newton, para los movimientos rectilíneos y curvilíneos en el plano. Características de la aceleración en estos dos tipos de movimientos en función de las componentes de la fuerza resultante. La explicación de la trayectoria descrita por la partícula a partir de la naturaleza de las fuerzas que actúan en ella. Planteamiento escalar de la segunda ley de Newton.
5. Estudio de la dinámica de los movimientos de una partícula sujeta a una fuerza resultante constante: El tiro vertical y el tiro parabólico. Explicación de la aceleración constante a partir de la formulación newtoniana del movimiento. Características cinemáticas de posición, velocidad y aceleración para ambos movimientos. Obtención de las aceleraciones tangencial y normal y del radio de curvatura para el caso del tiro parabólico.
6. Dinámica de movimientos en planos horizontales e inclinados para partículas conectadas. Características de los elementos de sujeción ideales, tales como cuerdas y poleas, asociadas a propiedades cinemáticas y dinámicas. Determinación de las relaciones cinemáticas para el movimiento de partículas conectadas.
7. Propiedades cinemáticas lineales y angulares para movimientos curvilíneos en rampas circunferenciales. El péndulo simple.

#### 5 Impulso y cantidad de movimiento de la partícula

**Objetivo:** El alumno analizará el movimiento de la partícula a partir del método de impulso y cantidad de movimiento, haciendo énfasis en la interpretación física y geométrica del concepto de impulso de una fuerza en un intervalo de tiempo dado.

**Contenido:**

1. Obtención del modelo matemático vectorial del impulso y cantidad de movimiento a partir de la segunda ley de Newton.
2. Descripción de los elementos que componen el modelo. El concepto de área bajo la curva asociado al impulso de una fuerza. La conservación de la cantidad de movimiento. Ventajas y limitaciones de su empleo en función de las características de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y de la trayectoria descrita.
3. Solución de problemas dinámicos de la partícula mediante el empleo de este método para fuerzas constantes y en función del tiempo. Partículas conectadas y movimientos rectilíneos.

#### 6 Trabajo y energía de la partícula

**Objetivo:** El alumno analizará el movimiento de la partícula a partir del método del trabajo y la energía, haciendo énfasis en la interpretación física y geométrica del concepto del trabajo de una fuerza.

**Contenido:**

1. Obtención, a partir de la segunda ley de Newton, del modelo matemático escalar que relaciona el trabajo de la resultante de fuerzas sobre una partícula y la variación de su energía cinética producida.
2. Características de la integral de línea de una fuerza constante como la del peso de un cuerpo, y de una dependiente de la posición, como la de un resorte que determina la ley de Hooke.

3. El teorema fundamental que relaciona el trabajo de la resultante con la suma de los trabajos de cada una de las fuerzas que la componen. Obtención de los trabajos del peso de un cuerpo, de la fuerza de fricción en una trayectoria rectilínea y de un resorte lineal. Características de los resultados de la integración de línea, para estos trabajos, con respecto a la trayectoria seguida.
4. Resolución de problemas por medio de este método donde se involucren fuerzas constantes y producidas por resortes lineales para trayectorias rectilíneas y curvilíneas planas. Ventajas de este método para la solución de problemas de partículas conectadas.
5. Características de una fuerza conservativa con relación al resultado de la integral de trabajo, determinación de la energía potencial asociada a una fuerza constante y a una dependiente de la posición. Energía potencial gravitatoria y energía potencial elástica.
6. Obtención del modelo que relaciona el trabajo de las fuerzas conservativas y no conservativas con la variación de la energía cinética. Definición de sistema mecánico conservativo.

## 7 Métodos combinados para la resolución de problemas

**Objetivo:** El alumno resolverá problemas de dinámica de la partícula a partir de la aplicación conjunta de la segunda ley de Newton, el método del impulso y la cantidad de movimiento y el de trabajo y energía, haciendo énfasis en las características de las fuerzas que actúan en el cuerpo y las propiedades cinemáticas que presenta el sistema.

### Contenido:

1. Resolución de problemas que involucren trayectorias curvilíneas lisas y fuerzas y aceleraciones normales. Obtención del modelo matemático del péndulo simple. Ley de Newton y de trabajo y energía.
2. Resolución de problemas donde intervengan la variable tiempo y el trabajo de fuerzas. Problemas combinados de los métodos de impulso y trabajo y energía.
3. Resolución de problemas de partículas conectadas donde se involucren aceleraciones. Manejo de la segunda ley con el método de trabajo y energía. Relación matemática entre la energía cinética y la aceleración en función de la posición.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BEER, Ferdinand, JOHNSTON, Russell, MAZUREK, David

*Mecánica vectorial para ingenieros, estática*

10a. edición

México

McGraw-Hill, 2013

1, 2 y 3

BEER, Ferdinand, JOHNSTON, Russell, CORNWELL, Phillip

*Mecánica vectorial para ingenieros, dinámica*

10a. edición

México

McGraw-Hill, 2013

1, 4, 5, 6, y 7

HIBBELER, Russell

*Ingeniería mecánica, estática*

12a. edición

México

Pearson Prentice Hall, 2010

1, 2 y 3

HIBBELER, Russell  
*Ingeniería mecánica, dinámica* 1, 4, 5, 6, y 7  
 12a. edición  
 México  
 Pearson Prentice Hall, 2010

MERIAM, J, KRAIGE, Glenn  
*Mecánica para ingenieros, estática* 1, 2 y 3  
 3a. edición  
 Barcelona  
 Reverté, 2002

MERIAM, J, KRAIGE, Glenn  
*Mecánica para ingenieros, dinámica* 1, 4, 5, 6, y 7  
 3a. edición  
 Barcelona  
 Reverté, 2002

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

BEDFORD, Anthony, FOWLER, Wallace  
*Engineering Mechanics, Dynamics* 1, 4, 5, 6, y 7  
 3th. edition  
 New Jersey  
 Prentice Hall, 2008

BEDFORD, Anthony, FOWLER, Wallace  
*Engineering Mechanics, Statics* 1, 2 y 3  
 3th. edition  
 New Jersey  
 Prentice Hall, 2008

MARTÍNEZ, Jaime, SOLAR, Jorge  
*Estática básica para ingenieros* 1, 2 y 3  
 1a. edición  
 México  
 Facultad de Ingeniería, UNAM, 2010

RILEY, William  
*Ingeniería mecánica, dinámica* 1, 4, 5, 6, y 7  
 1a. edición  
 Bilbao  
 Reverté, 2002

RILEY, William Ingeniería mecánica, estática	1, 2 y 3
1a. edición, Bilbao Reverté, 2002	1, 4, 5, 6, y 7
SOUTAS LITTLE, Robert, INMAN, Daniel, BALIENT, Daniel <i>Ingeniería mecánica, dinámica</i> Edición computacional México CENGAGE Learning, 2009	1, 2 y 3
SOUTAS LITTLE, Robert, INMAN, Daniel, BALIENT, Daniel <i>Ingeniería mecánica, estática</i> Edición computacional México CENGAGE Learning, 2009	

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

La asignatura deberá ser impartida por profesores que tengan conocimientos en el área de física general. Nivel de preparación: mínimo licenciatura en el área físico-matemática y de las ingenierías. Experiencia profesional: deseable. Especialidad: deseable. Aptitudes: facilidad de palabra, empatía y que facilite el conocimiento. Actitudes de servicio, de responsabilidad, comprometido con su superación, crítico, propositivo e institucional.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

FISICOQUÍMICA		1625	4	8	
Asignatura		Clave	Semestre	Créditos	
INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA		
División		Departamento	Licenciatura		
<b>Asignatura:</b>		<b>Horas/semana:</b>		<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas	4.0	Teóricas	64.0
Optativa	<input type="checkbox"/>	Prácticas	0.0	Prácticas	0.0
		Total	4.0	Total	64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Análisis Químico

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá los fundamentos de la fisicoquímica para entender los procesos metalúrgicos en las asignaturas consecuentes.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Termodinámica del equilibrio de fases en un sistema monocomponente.	8.0
3.	Termodinámica del equilibrio de fases en un sistema multicomponente.	12.0
4.	Cambios energéticos asociados a procesos químicos.	10.0
5.	Equilibrio químico.	6.0
6.	Cinética química.	8.0
7.	Termodinámica de superficies.	8.0
8.	Transporte de cargas.	10.0
		64.0
Actividades prácticas		0.0
Total		64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno conocerá los conceptos básicos de la fisicoquímica a fin de que puedan ser utilizados en las asignaturas de ingeniería aplicada del área de metalurgia.

**Contenido:**

1. Introducción. Diferencia entre termodinámica y fisicoquímica. Aplicaciones de la fisicoquímica dentro de la carrera.
2. Variables de estado. Estado termodinámico. Funciones de estado. Equilibrio de estado.
3. Ejemplos y aplicaciones.

## 2 Termodinámica del equilibrio de fases en un sistema monocomponente.

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de equilibrio y las leyes que rigen su comportamiento para su aplicación en sistemas termodinámicos.

**Contenido:**

1. Gas ideal. Ley de Dalton de las presiones parciales. Ley de Graham. Velocidad de difusión de gases. Gas real. Ecuación de van der Waals. Ecuación de Redlich Kwong, de Peng Robinson y de Berthelot. Propiedades críticas a partir de la ecuación de van der Waals.
2. Presión de vapor como función de la temperatura. Ecuación de Antoine. Regla de Dühring. Presión de vapor de un líquido por el método de saturación de un gas. Punto de rocío. Punto de burbuja. Regla de Trouton. Ecuación de Clapeyron. Ecuación de Eötvös.
3. Estructura cristalina de un sólido. Calor específico de un sólido a volumen constante. Ley de Dulong y Petit. Ecuación de Debye.
4. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

## 3 Termodinámica del equilibrio de fases en un sistema multicomponente.

**Objetivo:** El alumno distinguirá las propiedades termodinámicas de las soluciones para aplicarlas en el equilibrio de los sistemas multicomponentes.

**Contenido:**

1. Cálculo de concentraciones. Concentraciones que dependen de la masa molecular. Concentraciones que no dependen de la masa molecular.
2. Disoluciones ideales. Disoluciones gasgas. Constante de equilibrio  $K_p$  y  $K_c$ . Relación entre la energía libre y las constantes de equilibrio. Isoterma de Van Hoff. Sistema líquidogas. Ley de Henry. Sistemas líquido-líquido. Ley de Raoult. Propiedades coligativas. Cantidades molares parciales. Método para determinar cantidades molares parciales.
3. Disoluciones de electrolitos. Coeficiente de actividad. Potencial químico. Ecuación de Gibbs Duhem. Actividad. Relación de la concentración con la carga iónica. Ley de distribución de Nernst.
4. Estado estándar. Soluciones al 1%. Parámetros termodinámicos en exceso.
5. Formación de núcleos cristalinos. Formación de núcleos homogéneos. Formación de núcleos heterogéneos. Solidificación de un líquido por la formación de núcleos homogéneos.
6. Propiedades termodinámicas de una solución ideal y una no ideal.
7. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

## 4 Cambios energéticos asociados a procesos químicos.

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos de energía interna para entender las variaciones que ocurren en un sistema en el que hay un cambio químico.

**Contenido:**

1. Calor de reacción. A partir de datos calorimétricos. A partir de la Ley de Hess. Calor de formación. Calor de disociación de enlaces químicos. Calor de reacción a presión constante. Calor de disolución. Calor

deionización.

2. Principios de Termodinámica. Cambios de energía libre y constante de equilibrio. Cálculo de la variación de energía libre a diversas temperaturas y presiones. Actividad y fugacidad. Entropía absoluta y conforme a la Mecánica Estadística. Cálculo de constantes de equilibrio a partir de datos térmicos.
3. Exergía.
4. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

## 5 Equilibrio químico.

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de equilibrio químico y equilibrio de fase en un sistema termodinámico.

**Contenido:**

1. Equilibrio Homogéneo. La constante de equilibrio  $K_c$ . Constante de equilibrio en función de la presión  $K_p$ . Efecto de la presión, la temperatura y del volumen sobre las concentraciones de equilibrio. Diagramas de Richardson Ellingham.
2. Equilibrio Heterogéneo. Concentraciones de equilibrio. Coeficientes de distribución o de reparto.
3. Regla de las fases. Diagramas de fases monocomponentes, binarios, ternarios.
4. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

## 6 Cinética química.

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos de la cinética de reacción para su aplicación en los procesos metalúrgicos.

**Contenido:**

1. Leyes elementales de velocidad. Ecuación de velocidad. Cálculo de constantes de velocidad a partir de datos referentes al tiempo y a la composición. Determinación del orden de la reacción. Ecuación de velocidad integrada de primer, segundo y tercer orden. Reacciones contraria. Cantidad de sustancia reaccionante que existe al cabo de un cierto tiempo. Métodos experimentales para determinar la velocidad de reacción. Métodos diferenciales. Métodos de integración.
2. Dependencia de la velocidad de reacción con la temperatura. Ecuación de Arrhenius. Energía de activación. Complejo activado. Teoría de las velocidades de reacción. Teoría de colisión. Teoría de la velocidad absoluta. Formulación termodinámica de la ecuación de velocidad.
3. Teoría de Lindemann. Teoría de Hinshelwood. Teoría de RRK y Slater. Teoría del estado de transición para reacciones de líquidos.
4. Reacciones heterogéneas sólido gas, sólido líquido.
5. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

## 7 Termodinámica de superficies.

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de termodinámica de superficie para su aplicación en los procesos de flotación de minerales.

**Contenido:**

1. Equilibrio de estado. Dependencia de las variables de estado de la superficie. Tensión superficial. Variación de la tensión superficial con la temperatura.
2. Fenómenos de superficie curvadas. Presión capilar (presión de curvatura). Capilaridad. Condiciones de formación de burbujas de gas en líquidos. Límites de desgasificación. Presión de vapor de pequeñas gotas. Ecuación de Kelvin. Presión de sublimación, equilibrio de solución y disminución del punto de fusión.
3. Propiedades eléctricas y electrocinéticas de los coloides. La doble capa difusa. Representación de Stern de la doble capa difusa. Origen de la carga. Potencial zeta. Electroósmosis. Electroforesis. Potencial cinético. Potencial de sedimentación. Densidad de carga.
4. Humectación de superficies. Ecuación del ángulo límite de Young. Trabajo de adhesión. Adsorción. Isoterma de adsorción de Gibbs y Langmuir. Superficie mineral y doble capa eléctrica. Tipos de capas eléctricas

en minerales. Medición del potencial zeta. Interpretación de las ecuaciones de potencial zeta. Importancia del potencial zeta en la dispersión y floculación. Flotabilidad de minerales considerando el potencial zeta.

#### 7.5 Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

### 8 Transporte de cargas.

**Objetivo:** El alumno comprenderá el principio de una celda galvánica y los diagramas de equilibrio electroquímico para su aplicación en los procesos hidro y electro metalúrgicos.

**Contenido:**

1. Concepto de potencial REDOX, disociación electrolítica, pila y celda galvánica.
2. Potencial normal. Serie de potencial electroquímico. Potencial individual. Ecuación de Nernst.  
Dependencia de la FEM con la temperatura. Medición de potencial para determinar parámetros termodinámicos.
3. Celdas galvánicas. Celdas galvánicas sin potencial de difusión. Celdas de concentración.
4. Diagramas de equilibrio electroquímico. Conceptos básicos. Diagrama Eh pH.
5. Ejemplos y ejercicios de cada uno de los incisos.

#### Bibliografía básica

#### Temas para los que se recomienda:

ALBERTY, R. A., FARRINGTON, D.  
*Fisicoquímica, versión SI*  
Hoboken, New Jersey  
Wiley, 2005

Todos

ALBERTY, R. a., SILBEY, J. R.  
*Physical Chemistry*  
New York  
John Wiley & Sons, Inc., 1992

Todos

ATKINS, P. w.  
*Físicoquímica*  
México  
Addison-Wesley Iberoamericana, 1991

Todos

BARROW. GORDON M.  
*Química Física*  
Barcelona  
Reverté, 2010

Todos

BOCKRIS, J. Y Reddy, A.,  
*Modern Electrochemistry*  
New York  
Springer, 1998  
Volúmen 1

Electroquímica

CASTELLAN, W. G.  
*Fisicoquímica*  
México  
Addison Wesley Longman, 1998

Todos

DENBIGH, K.  
*The Principles of Chemical Equilibrium* Todos  
 Cambridge  
 Cambridge University Press, 1981

GASKELL R. D.  
*Introduction to Metallurgical Thermodynamics* Varios  
 New York  
 Mc. Graw-Hill, 1981

### **Bibliografía complementaria**

### **Temas para los que se recomienda:**

AVERY, H.e.  
*Basic Reaction Kinetics and Mechanisms* Varios  
 Hong Kong  
 Macmillan, 1982

BODSWORTH, C Y Appleton, A.S.,  
*Problems in Applied Thermodynamics* Varios  
 London  
 Longmans Green

GASKELL, R.d. Et Al.  
*Applications of Thermodynamics to Metallurgical Processes* Varios  
 Littleton, Colorado  
 AIME

HUNTER, J.R.  
*Zeta Potential in Colloid Science* Varios  
 London  
 Great Britain Academic Press, 1981

KUBASCHEWSKY, O., ALCOCK, C.b.  
*Metallurgical Thermochemistry* Varios  
 Singapur  
 Pergamon, 1989

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista, Ing. Químico o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.

## **TALLER OPTATIVO SOCIO-HUMANÍSTICO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GEOMETRÍA DESCRIPTIVA APLICADA**

**1067**

**4**

**6**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria | X |

Teóricas | 2.0 |

Teóricas | 32.0 |

Optativa | |

Prácticas | 2.0 |

Prácticas | 32.0 |

Total | 4.0 |

Total | 64.0 |

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Dibujo

**Seriación obligatoria consecuente:** Geología Estructural

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno distinguirá y analizará los problemas relativos a la forma, dimensión y posición de cuerpos geométricos en el espacio. Empleará los métodos de representación gráfica en un plano. Evaluará gráficamente las relaciones geométricas entre planos o rectas expresados en un mapa topográfico.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	6.0
2.	Elementos geométricos fundamentales	5.0
3.	Proyecciones esféricas	9.0
4.	Programas de computadora aplicados a las proyecciones esféricas	8.0
5.	Mapas geológicos con elementos geométricos	2.0
6.	Construcción de mapas y secciones geológicas	2.0
		32.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá el objeto de estudio de la geometría descriptiva, los conceptos en los que se basa y las áreas de conocimiento asociadas en ciencias de la Tierra.

**Contenido:**

1. Definiciones.
2. Métodos y herramientas.
3. Geometrías.
  1. Propiedades métricas.
  2. Propiedades topológicas.
  3. Propiedades proyectivas.
  4. Propiedades descriptivas.
4. Sistemas de referencias.
5. La geometría descriptiva en ciencias de la Tierra.

## 2 Elementos geométricos fundamentales

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de la recta y el plano como los principales elementos geométricos que se pueden relacionar con estructuras geológicas.

**Contenido:**

1. Rectas.
  1. Dirección y pendiente de una recta.
  2. Proyección de una recta.
  3. Magnitud real de una recta.
  4. Distancia mínima entre rectas.
  5. Relaciones angulares entre rectas.
  6. Intersección de rectas.
2. Planos.
  1. Características geométricas de los planos.
  2. Rumbo y echado de un plano.
  3. Proyecciones de un plano.
  4. Magnitud real de un plano.
  5. Distancias mínimas de un plano a una recta o a un punto.
  6. Relaciones angulares entre rectas y planos.
  7. Rectas contenidas en un plano.

## 3 Proyecciones esféricas

**Objetivo:** El alumno empleará gráficamente líneas y planos en las proyecciones esféricas. Utilizará las falsillas de Wulf y de Schmidt y determinará las relaciones angulares entre planos y rectas. Analizará parámetros estadísticos promedio de conjuntos de datos de planos y/o líneas para interpretar su significado.

**Contenido:**

1. Proyección estereográfica.
2. Falsilla de Wulf.
3. Falsilla de Schmidt.
4. Técnicas de representación de líneas y planos.
5. Intersección de elementos y relaciones angulares.

6. Rotaciones de líneas y planos.
7. Representaciones estadísticas.

#### 4 Programas de computadora aplicados a las proyecciones esféricas

**Objetivo:** El alumno empleará programas de computadora útiles para procesar datos de orientación de planos y/o líneas con las proyecciones esféricas y otros métodos estadísticos. Interpretará los resultados.

**Contenido:**

1. Hoja de cálculo.
2. Filosofía de los programas (alcances y limitaciones).
3. Características generales.
4. Sintaxis de los archivos base.
5. Exportación e importación de datos.
6. Aplicaciones con datos de líneas y planos.
  1. Relaciones angulares entre rectas
  2. Relaciones angulares entre planos
  3. Relaciones angulares entre rectas y planos
  4. Rotaciones de líneas y planos

#### 5 Mapas geológicos con elementos geométricos

**Objetivo:** El alumno comprenderá la visualización y trazo de la intersección de cuerpos geométricos regulares en cualquier posición en el relieve de un mapa topográfico.

**Contenido:**

1. La superficie topográfica.
2. Proyecciones diédricas a partir de elementos geométricos expresados en un mapa topográfico.
3. Las líneas rectas y el relieve topográfico.
4. Los planos y el relieve topográfico.
5. Obtención de la intersección de un cuerpo regular con el relieve expresado en un mapa topográfico: tetraedro, cilindro, esfera, pirámide cuadrangular con la base inclinada, etc.
6. Mínima distancia entre rectas o rectas y planos en un plano topográfico.

#### 6 Construcción de mapas y secciones geológicas

**Objetivo:** El alumno analizará las características de orientación de planos y líneas estructurales a partir de un mapa geológico con base topográfica. Diseñará secciones geológicas representando las características y distribución en el subsuelo de esos planos y líneas.

**Contenido:**

1. Construcción de mapas de contornos
2. Determinación de la geometría de los elementos geológicos expresados en un mapa
  1. Orientación de rectas
  2. Orientación de planos
3. La regla de las Vs
4. Patrón de afloramiento de un plano estructural
5. Perfil topográficos
6. Construcción de secciones geológicas

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

BERMEJO, H.M.

*Geometría descriptiva aplicada*

Sevilla

Ed. Alfaomega, 2004

Todos

DE LA TORRE, C.M.

*Geometría descriptiva*

México

FES Acatlán, UNAM, México, 2001

Todos

HOLLIDAY, D. K., MINAMI, K.

*Geometría descriptiva aplicada*

2ª edición

México

International Thomson editores, 2000

Todos

LISLE, R. J., LEYSHON, P.R.

*Stereographic Projection Techniques for Geologists and**Engineers* Cambridge, U.K

Cambridge University Press, 2004

3

MONGE, G.

*Geometría descriptiva*

México

Limusa, 1999

Todos

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

BENINNSON, G. M., OLVER, P. A. Et Al.

*An Introduction to Geological Structures & Maps*

8th edition

London

Hodder Education, 2011

3, 5, 6

GROSHONG, R.H.

*3-D Structural Geology: A Practical Guide to Surface and**Subsurface Map Interpretation* New York

Springer, 2008

3, 5, 6

LEYSHON, P. R., LISLE, R. J.

*Stereographic Projection Techniques in Structural Geology*

London

Butterworth-Heinemann Ltd, 1996

1, 2, 3

RAGAN, D.M.  
*Structural Geology: An Introduction to Geometrical  
Techniques 4th edition* 2, 3,5  
Cambridge  
Cambridge University Press, 2009

SILVA ROMO, G., MENDOZA ROSALES, C. C.  
*Manual para el trabajo geológico de campo* 2, 3, 5,6  
México  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010

SILVA ROMO, G., MENDOZA ROSALES, C., et al.  
*Elementos de cartografía geológica* 3, 5,6  
México  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001

SPENCER, E. W.  
*Geologic Maps: A Practical Guide to the Preparation And  
Interpretation of Geologic Maps* Waveland Press Inc., 2006 6

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo o geofísico preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en la aplicación de geometría descriptiva y geología estructural en ciencias de la Tierra.

## **QUINTO SEMESTRE**



PROGRAMA DE ESTUDIO

**ESTADÍSTICA**

**1569**

**5**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS BÁSICAS**

**COORDINACIÓN DE  
CIENCIAS APLICADAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Probabilidad

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conceptos de la teoría, metodología y las técnicas estadísticas, modelará y resolverá problemas de ingeniería relacionados con el muestreo, representación de datos e inferencia estadística para la toma de decisiones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Estadística descriptiva	12.0
2.	Conceptos básicos de inferencia estadística	6.0
3.	Estimación de parámetros	16.0
4.	Pruebas de hipótesis estadísticas	16.0
5.	Introducción a la regresión lineal simple	14.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Estadística descriptiva

**Objetivo:** El alumno describirá las distintas formas en las que se pueden presentar los datos de una muestra y así, podrá calcular sus parámetros más significativos.

**Contenido:**

1. Investigación básica e investigación aplicada, el método científico y el papel de la estadística en la investigación y sus etapas.
2. Clasificación de la estadística: descriptiva e inferencial, paramétrica y no paramétrica, de una variable y de varias variables.
3. La población y la muestra y la relación entre la probabilidad y la estadística.
4. Generación de números aleatorios y muestreo probabilístico: aleatorio, sistemático, estratificado y por conglomerados.
5. Estadística descriptiva: análisis de datos univariados; tabla de distribución de frecuencias; histogramas y polígonos de frecuencias. Frecuencia relativa. Ojivas de frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. Medidas de tendencia central, dispersión y asimetría y curtosis, para datos agrupados y no agrupados. Fractiles. Diagrama de tallo y hojas y diagrama de caja. Analogía entre estas medidas y los parámetros correspondientes de una distribución de probabilidad.

## 2 Conceptos básicos de inferencia estadística

**Objetivo:** El alumno describirá los conceptos más usuales de la inferencia estadística.

**Contenido:**

1. La finalidad de la inferencia estadística; los conceptos y las definiciones de parámetro, muestra aleatoria, estadístico y estimador de un parámetro.
2. Teorema del límite central.
3. Los conceptos y las definiciones de la distribución de la población, distribución de la media y la varianza muestral y sus parámetros.

## 3 Estimación de parámetros

**Objetivo:** El alumno evaluará la estimación puntual de uno o varios parámetros y elegirá el mejor con base en la comparación de sus características.

**Contenido:**

1. Definición de estimador puntual; criterios para seleccionar estimadores puntuales: insesgamiento, eficiencia, error cuadrático medio, suficiencia y consistencia.
2. Estimación puntual: máxima verosimilitud y momentos.
3. Estimación por intervalos: concepto de nivel de confianza e intervalo de confianza; construcción e interpretación de intervalos de confianza para medias, proporciones y varianzas.
4. Determinación del tamaño de la muestra: tamaño de la muestra para medias, para proporciones, para diferencias de medias y diferencia de proporciones.

## 4 Pruebas de hipótesis estadísticas

**Objetivo:** El alumno verificará la validez de las suposiciones sobre los parámetros o la distribución de la población.

**Contenido:**

1. El concepto y la definición de hipótesis estadística en la investigación; elementos y tipos de pruebas de hipótesis, errores tipo I y tipo II, nivel de significación estadística y potencia de la prueba; nivel de significancia alcanzado.
2. Pruebas de hipótesis de los parámetros de una población sobre: la media, la varianza y la proporción.
3. Pruebas de hipótesis para la diferencia de medias, diferencia de proporciones y comparación de varianzas de dos poblaciones.

4.4 Pruebas de bondad de ajuste. Prueba Ji cuadrada de bondad de ajuste.

## 5 Introducción a la regresión lineal simple

**Objetivo:** El alumno evaluará la potencia de la asociación lineal entre dos variables físicas de problemas de ingeniería y construirá un modelo lineal que explique y pronostique el comportamiento de una variable aleatoria en función de la otra.

### Contenido:

1. El concepto de estadística multivariante y la distribución multinomial.
2. Concepto, definición y utilidad de la regresión lineal simple; ajuste de la recta de regresión mediante el método de mínimos cuadrados y modelos linealizables.
3. Definición, obtención e interpretación de los coeficientes de correlación lineal y de determinación.
4. Intervalo de confianza para el coeficiente poblacional  $\beta$  y para el parámetro poblacional  $\alpha$ .
5. Coeficientes de regresión, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis de estos coeficientes.
6. Bandas de confianza para la recta de regresión de la población.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BENNET, Jeffrey O.

*Razonamiento estadístico*

1ª edición

México

Pearson Education, 2011

Todos

DEVORE, Jay L.

*Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*

8ª edición

México

Cengage Learning, 2011

Todos

JOHNSON RICHARD, Arnold

*Probabilidad y estadística para ingenieros de Miller y*

*Freund* 8ª edición

México

Pearson, 2011

Todos

MILTON, Susan, ARNOLD, Jesse

*Probabilidad y estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales* 4ª edición

México

Mc Graw Hill, 2004

Todos

MONTGOMERY, Douglas, HINES, William

*Probabilidad y estadística para ingeniería* 4ª

edición

México

CECSA, 2004

Todos

NAVIDI, William  
*Estadística para ingenieros y científicos* Todos  
 8a edición  
 México  
 Mc Graw Hill, 2006

QUEVEDO URIAS, Héctor, PÉREZ SALVADOR, Blanca Rosa  
*Estadística para ingeniería y ciencias* Todos  
 8a edición  
 México  
 Patria, 2008

WACKERLY, Denisse, MENDENHALL, William, SCHEAFFER, Richard  
*Estadística matemática con aplicaciones* Todos  
 7a edición  
 México  
 Learning Editores, 2010

WALPOLE, Ronald  
*Probability and Statistics for Engineers and Scientists* Todos  
 7a edición  
 Boston, MA  
 Pearson, 2011

WALPOLE, Ronald, MYERS, Raymond, MYERS, Sharon  
*Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* Todos  
 9a edición  
 México  
 Person Education, 2012

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

GUTIÉRREZ, Eduardo, VLADIMIROVNA, Olga  
*Probabilidad y estadística. Aplicaciones a la ingeniería y ciencias* Todos  
 1a edición  
 México  
 Grupo Editorial Patria, 2014

SPIEGEL, Murray, SCHILLER, John, SRINIVASAN, Alu  
*Probability and Statistics* Todos  
 4th edition  
 New York  
 McGraw Hill, 2013

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Matemáticas, Física o carreras afines cuya carga académica en el área de probabilidad y estadística sea similar a estas. Deseable con estudios de posgrado o equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

MÉTODOS DE  
MEDICIÓN MINERO-CARTOGRÁFICOS

1457

5

11

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 3.0

Total 7.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 48.0

Total 112.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:**

**Seriación obligatoria consecuente:** Fundamentos para la Explotación de Minas

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá los aspectos teóricos de la topografía general y los equipos y métodos de medición actuales para aplicarlos en el levantamiento de las obras mineras y en la elaboración de planos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Instrumentos y equipos	5.0
3.	Mediciones y errores	4.0
4.	Poligonales y triangulaciones	7.0
5.	Nivelaciones	5.0
6.	Configuración de terrenos	6.0
7.	Sistemas de información geográfica para lotes mineros	8.0
8.	Levantamiento y trazo de obras subterráneas	8.0
9.	Levantamiento y trazo de obras a cielo abierto	5.0
10.	Coordenadas de partida o iniciales	4.0
11.	Fundamentos de cartografía y geodesia	6.0
12.	Sistemas de posicionamiento global: GPS - GLONASS aplicado a los trabajos periciales	4.0
		64.0
	Actividades prácticas	48.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno describirá los conceptos básicos de la topografía para desarrollar el levantamiento de obras de instalaciones mineras.

**Contenido:**

1. Definición e importancia de la topografía.
2. Topografía minera.
3. Funciones básicas del Ingeniero Topógrafo en una unidad minero-metalúrgica.
4. Terminología minera.
5. Obras mineras superficiales.
6. Obras mineras subterráneas.
7. Instalaciones minero-metalúrgicas.

## 2 Instrumentos y equipos

**Objetivo:** El alumno identificará los equipos e instrumentos actuales empleados en la topografía para realizar mediciones en las obras e instalaciones mineras.

**Contenido:**

1. Brújulas y clinómetros.
2. Teodolito o tránsito.- Tránsito de minas.- Estación total.- Niveles.
3. Sistemas de posicionamiento Global (Receptores GPS), sensores remotos; giróscopos (giroteodolitos).
4. Equipo misceláneo. De campo y de gabinete.

## 3 Mediciones y errores

**Objetivo:** El alumno conocerá los métodos para realizar mediciones directas e indirectas de distancias y ángulos, así como los tipos de errores que se cometen.

**Contenido:**

1. Medición de distancias con cinta.
2. Medición electrónica de distancias.
3. Medición de ángulos; rumbos y azimutes.
4. Errores.

## 4 Poligonales y triangulaciones

**Objetivo:** El alumno describirá los diferentes métodos para realizar levantamientos topográficos.

**Contenido:**

1. Definición y aplicaciones de una poligonal. Poligonal cerrada o abierta.
2. Diferentes métodos de trazo de poligonales: por ángulos interiores; por ángulos de deflexión; por ángulos a la derecha; por azimutes.
3. Error de cierre angular. Compensación de errores.
4. Definición y aplicaciones de una triangulación.
5. Mediciones de campo para triangulación.
6. Ajustes de una triangulación.

## 5 Nivelaciones

**Objetivo:** El alumno identificará los equipos y los métodos utilizados para hacer nivelaciones del terreno.

**Contenido:**

1. Nivelación geométrica.
2. Secciones transversales.
3. Perfiles.
4. Cálculo de volúmenes por secciones transversales (cubicaciones).
5. Nivelación trigonométrica.

## 6 Configuración de terrenos

**Objetivo:** El alumno aplicará los métodos para medir distancias y desniveles y hacer la configuración del terreno.

**Contenido:**

1. Uso de la estadía de mira vertical.
2. Uso de una estación total.
3. Características de las curvas de nivel.
4. Métodos de interpolación aritmética y gráfica.

## 7 Sistemas de información geográfica para lotes mineros

**Objetivo:** El alumno describirá los sistemas de información geográfica para el manejo de la información general de los lotes mineros y su aplicación en la cartografía minera.

**Contenido:**

1. Generación de información de lotes mineros por medio de los SIG.
2. Representación de terreno por modelos digitales de elevación.
3. Cálculo de área y volúmenes por medio de los modelos digitales de elevación.

## 8 Levantamiento y trazo de obras subterráneas

**Objetivo:** El alumno aplicará los métodos de dibujo para el trazo y representación en planos de obras mineras subterráneas.

**Contenido:**

1. Trazo de poligonales con instrumentos topográficos modernos.
2. Nivelación de obras subterráneas.
3. Cálculo de coordenadas X, Y, Z.
4. Diseño y trazo de rampas. Trazo de curvas.
5. Levantamiento de contrapozos.
6. Levantamiento de rebajes.
7. Comunicaciones.
8. Uso de paquetería de computación.

## 9 Levantamiento y trazo de obras a cielo abierto

**Objetivo:** El alumno aplicará los métodos de dibujo para el trazo y representación en planos de obras mineras a cielo abierto.

**Contenido:**

1. Trazo de caminos
2. Avance de bancos
3. Trazo de plantillas de barrenación

## 10 Coordenadas de partida o iniciales

**Objetivo:** El alumno utilizará los métodos de medición para la ubicación de las coordenadas del punto de partida de un lote minero y su transporte a las obras mineras.

**Contenido:**

1. Determinación de coordenadas vía GPS.

2. Punto de partida origen y línea auxiliar.
3. Subred geodésica minera.

### 11 Fundamentos de cartografía y geodesia

**Objetivo:** El alumno indicará los principios de los levantamientos geodésicos de control horizontales y verticales para su aplicación en obras mineras.

**Contenido:**

1. Coordenadas geodésicas. Elipsoide y geoide.
2. Establecimiento de sistemas de coordenadas ortogonales y verticales.
3. Concepto de datum vertical.
4. Coordenadas UTM.
5. Coordenadas geográficas y topográficas.

### 12 Sistemas de posicionamiento global: GPS - GLONASS aplicado a los trabajos periciales

**Objetivo:** El alumno conocerá los antecedentes de la topografía satelital, basada en los sistemas de posicionamiento global GPS-NAVSTAR y GLONASS, para realizar ejercicios de aplicación mediante el uso de GPS.

**Contenido:**

1. Constelaciones de satélites GPS (NAVSTAR) y GLONASS.
2. Navegación y levantamiento terrestre. Vía GPS.
3. Tipos de Levantamientos con GPS y precisiones.

---

#### Bibliografía básica

#### Temas para los que se recomienda:

ESTRUCH SERRA, Miguel, TAPIA GÓMEZ ANA,

*Topografía subterránea para minería y obras*

Barcelona

Ediciones UPS, 2006

LÓPEZ ABURTO, Víctor Manuel

*Glosario de términos mineros mexicanos. En: Fundamentos para la explotación de minas* México

Facultad de Ingeniería, UNAM, 2003

Varios

MONTES DE OCA ALCARAZ, Miguel

*Topografía*

4a. edición

México

ALFAOMEGA, 1989

Todos

TOSCANO, Ricardo

*Métodos topográficos*

México

Porrúa, 1980

Varios

WOLF, Paul R. Y Brinker, RUSSELLC.,

*Topografía*

9a. edición

Varios

Colombia  
ALFAOMEGA, 1998

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

AUSTIN, B

*Topografía aplicada a la construcción*  
México  
Limusa, 1990

Varios

CUMMINS & GIVEN

*MINING ENGINEERING HANDBOOK*  
Volumen 2 / Capítulo 22  
New York  
SME / AIME, 1973

Coordenadas de partida

LEICA GEOSYSTEMS

*Manual de operaciones*  
México  
Leica

Varios

MARTÍNEZ MARÍN RUBÉN

*Topografía y sistemas de información*  
Madrid  
Bellisco, 2000

Varios

ROBLES CIRO

*Topografía de minas*  
Zacatecas  
Universidad Autónoma de Zacatecas

Varios

SOKKIA. ESTACIÓN TOTAL

*Manual de operaciones*  
México  
SOKKIA

Varios

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Ing. Topógrafo y Geodesta o Geomático. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

**1572**

**5**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Geometría Descriptiva Aplicada

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las estructuras geológicas en la corteza terrestre con base en conceptos geológicos, físicos y matemáticos. Desarrollará también habilidades para solucionar problemas teóricos y en el campo. Utilizará herramientas tradicionales hasta los desarrollos computacionales más recientes.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	1.5
2.	Actitud de líneas y planos	8.0
3.	Fracturas y fallas	8.0
4.	Pliegues	8.0
5.	Estructuras asociadas al movimiento de la sal	2.0
6.	La red estereográfica en la geología estructural	6.0
7.	Secciones geológico-estructurales	6.0
8.	Esfuerzo	8.0
9.	Deformación	8.0
10.	Relaciones esfuerzo-deformación	4.0
11.	Estado de esfuerzo y emplazamiento de cuerpos ígneos	4.5
		64.0
	Actividades prácticas	0.0

**1 Introducción**

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos en los que se basa la geología estructural, así como las áreas de conocimiento asociadas.

**Contenido:**

1. Definición y objetivo de la geología estructural y de la tectónica.
2. Importancia de la geología estructural y sus relaciones con otras disciplinas de la geología.
3. Estructuras primarias en rocas sedimentarias e ígneas para determinar la base y la cima de los estratos.
4. Factores generales que afectan a la corteza terrestre: presión, temperatura y fluidos.

**2 Actitud de líneas y planos**

**Objetivo:** El alumno empleará métodos gráficos y trigonométricos para identificar líneas y planos en cuerpos geológicos. Integrará los elementos geométricos con las estructuras geológicas y su expresión en el relieve terrestre.

**Contenido:**

1. Definición de rumbo y echado (echado verdadero) y echado aparente en un plano.
2. Definición de dirección de buzamiento y buzamiento de una línea. Definición de pitch o rake.
3. Símbolos utilizados en mapas para representar estructuras geológicas.
4. Métodos gráficos para obtener echados verdaderos y aparentes.
5. Métodos analíticos para obtener echados verdaderos y aparentes.
6. Problema de los tres puntos.
7. Análisis de la intersección de planos con la topografía.
8. Espesores verdaderos y espesores aparentes.

**3 Fracturas y fallas**

**Objetivo:** El alumno analizará las diferentes discontinuidades producto de la pérdida de cohesión de los materiales terrestres para conocer su importancia y aplicación en diferentes campos del conocimiento geológico.

**Contenido:**

1. Definición de fracturas, juntas, diaclasas y fallas.
2. Nomenclatura y definición de las fallas según la teoría andersoniana.
  1. Falla normal.
  2. Falla inversa.
  3. Falla de desplazamiento lateral o transcurrente.
  4. Falla transformante: activa y muerta.
  5. Medición de los desplazamientos en las fallas: neto, a rumbo, y en dirección del echado.
3. Indicadores cinemáticos asociados a las fallas: estrías, lineaciones y escalones.
4. Nomenclatura y clasificación de conjuntos de fallas.
  1. Normales: graben, medio graben, horst.
  2. Inversas: cabalgadura, sobrecorrimiento, napa, clipa, alóctono, autóctono.
  3. Transcurrentes: riedels, en flor positiva, en flor negativa.
5. Criterios de identificación de fallas en el campo.
6. Materiales asociados al movimiento de las fallas: brechas, cataclasitas, seudotaquilitas y milonitas.

**4 Pliegues**

**Objetivo:** El alumno distinguirá los pliegues por su geometría y por el mecanismo que los originó.

**Contenido:**

1. Definición y partes de un pliegue: charnela, eje, flanco o limbo, cresta, seno, amplitud, longitud, superficie axial.
2. Nomenclatura de las formas plegadas: anticlinal vs. antiforma, sinclinal vs. sinforma, monoclinal.
3. Clasificación y nomenclatura de pliegues.
  1. Ángulo interlimbos: suave, abierto, cerrado, apretado, isoclinal, de hongo.
  2. La geometría de las crestas: redondeadas (cilíndricas), angulares (kink, chevrón, de caja).
  3. El espesor de sus capas: paralelos y similares.
  4. El métodos de las isógonas: clase 1A, clase 1B, clase 1C, clase 2, clase 3.
  5. La orientación de la línea de charnela y su plano axial: horizontal normal, horizontal inclinado, reclinado, buzante normal, buzante inclinado, vertical, recumbente.
  6. La armonía o disarmonía de sus capas: armónicos y disarmónicos.
4. Mecanismos del plegamiento.
  1. Deslizamiento flexural.
  2. Flujo pasivo: por desprendimiento (Buckle y Rollover).
  3. Por flexión de falla (Fault Bend Fold).
  4. Por propagación de falla (Fault Propagation Fold).
  5. Triángulo de cizalla (Trishear).
5. Estructuras secundarias asociadas al plegamiento y plegamientos superpuestos.
6. Definición y descripción de clivaje, esquistosidad y foliación asociados a una fase y a deformaciones superpuestas múltiples.

## 5 Estructuras asociadas al movimiento de la sal

**Objetivo:** El alumno comprenderá las diversas estructuras resultantes del movimiento de la sal.

**Contenido:**

1. Algunas propiedades físicas de la sal.
2. Diapirismo pasivo, reactivo y por fallamiento.
3. Fallas asociadas al desalojo de sal.
4. Pliegues asociados al desalojo de sal.
5. Depocentros asociados al desalojo de sal.
6. Nomenclatura de las estructuras asociadas al desalojo de sal (i.e. soldadura).

## 6 La red estereográfica en la geología estructural

**Objetivo:** El alumno utilizará conceptos de geometría descriptiva para interpretar estructuras geológicas en la red estereográfica. Empleará las nuevas herramientas digitales disponibles.

**Contenido:**

1. Análisis de fallas en la red con red de Wulff y con red de Schmidt.
2. Análisis de pliegues en la red: diagramas b (beta) y diagramas p (pi).
3. Análisis de fracturas en la red: diagramas de roseta.

## 7 Secciones geológico-estructurales

**Objetivo:** El alumno comprenderá las metodologías para visualizar y representar de manera gráfica la configuración de las rocas en el subsuelo, con base en datos superficiales y/o de pozos.

**Contenido:**

1. Construcción e interpretación de mapas de contornos  $d_1$  y  $d_2$  isovalores.

2. Perfilestopográficos.
3. Construcción de secciones geológicas.
  1. Método del arco(Busk).
  2. Método por segmentos de recta (Kink).
4. Balanceo y restauración de secciones geológicas.
5. Construcción de modelos estructurales tridimensionales.

## 8 Esfuerzo

**Objetivo:** El alumno analizará y cuantificará los estados de esfuerzo a los que son sometidas las rocas en la corteza terrestre.

### Contenido:

1. Definición de fuerza.
2. Definición de esfuerzo.
3. Cálculo de la presión litostática.
4. Esfuerzo en un plano.
5. Elipse y elipsoide de esfuerzo.
6. Esfuerzos principales.
7. Estados de esfuerzo uniaxial, biaxial y triaxial.
8. Cizalla pura y cizalla simple.
9. Ecuaciones de esfuerzo.
10. Diagrama de Mohr para esfuerzo y sus ecuaciones.

## 9 Deformación

**Objetivo:** El alumno analizará y cuantificará la deformación de las rocas en la corteza terrestre resultantes de la acción de un estado de esfuerzo.

### Contenido:

1. Definición de deformación.
2. Medidas de la deformación: cambios de longitud y de relaciones angulares.
3. Deformación homogénea y heterogénea.
4. Elipse y elipsoide de deformación.
5. Deformación finita e infinitesimal.
6. Deformación rotacional e irrotacional.
7. Análisis de la deformación progresiva.
8. Estados de deformación uniaxial, biaxial y triaxial.
9. Ecuaciones de la deformación: elongación, estiramiento, elongación cuadrática, recíproco de la elongación cuadrática, dilación, ángulo de cizalla y deformación de cizalla.
10. Diagrama de Mohr para deformación finita.
11. Técnicas gráficas para estimar la deformación finita: Método de Fry.

## 10 Relacionesesfuerzo-deformación

**Objetivo:** El alumno analizará y cuantificará el comportamiento de las rocas cuando son deformadas por la acción de un estado de esfuerzo.

### Contenido:

1. Definición de materiales reológicos ideales: material elástico, material plástico y material viscoso.
2. Influencia de la presencia de fluidos, temperatura y velocidad de deformación.
3. Experimento de laboratorio y la envolvente de Mohr.
4. Criterios de ruptura de Coulomb, Mohr, Griffith y Terzaghi.

5. Comportamiento de las rocas (quebradizo, transicional y dúctil).
6. Modelo teórico para explicar el origen de las fracturas y fallas conjugadas de primer, segundo y tercer orden, bajo un estado de esfuerzo de cizalla pura y bajo uno de cizalla simple.
7. Modelo teórico para explicar el origen de los pliegues de primer, segundo y tercer orden, bajo un estado de esfuerzo de cizalla pura y bajo uno de cizalla simple.

## 11 Estado de esfuerzo y emplazamiento de cuerpos ígneos

**Objetivo:** El alumno analizará las condiciones mecánicas de estados de esfuerzos en la corteza terrestre, bajo las cuales se emplazan los cuerpos intrusivos y los volcanes.

### Contenido:

1. Trayectoria de los esfuerzos principales y orientación teórica de las fracturas de tensión y conjugadas decizalla.
2. Mecanismos de emplazamiento de cuerpos intrusivos.
  1. Stopping magmático.
  2. Inyección forzada.
  3. Asimilación magmática.
3. Condiciones físicas para el emplazamiento de mantos y diques (radiales, concéntricos).
4. Condiciones físicas para el emplazamiento de lacolitos, lopolitos, facolitos, batolitos y troncos (stocks).
5. Condiciones físicas para el emplazamiento de volcanes (de escudo, cineríticos, estratovolcanes, calderas de explosión, calderas de hundimiento).

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ALLMENDINGER, Richard W., CARDOZO, Néstor, ET AL., <i>Structural Geology Algorithms, Vectors and Tensors</i> Cambridge Cambridge University Press, 2012	2, 3, 6
BENNISON, George M., OLIVER, Paul A., et al. <i>An introduction to Geological Structures &amp; Maps</i> 8th edition London Hodder Education, 2011	6, 7
DAVIS, George, REYNOLDS, Stephen J., et al. <i>Structural Geology of Rocks and Regions</i> 3rd edition New York John Wiley & Sons, 2011	Todos
FOSSSEN, Haakon <i>Structural geology</i> Cambridge Cambridge University Press, 2012	Todos

PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J. <i>Elementos de Geología Estructural</i> México Facultad de Ingeniería, UNAM, 1996	Todos
ROWLAND, S. M., DUEBENDORFER E. M., Et Al. <i>Structural Analysis and Synthesis A Laboratory Course in Structural Geology</i> 3rd edition London Blackwell Science, Inc., 2007	Todos
TWISS, R. J., MOORES E. M., <i>Structural Geology</i> 2nd edition New York W. H. Freeman and Company, 2006	Todos
<b>Bibliografía complementaria</b>	<b>Temas para los que se recomienda:</b>
ARELLANO, J., et al. <i>Ejercicios de Geología Estructural</i> México Facultad de Ingeniería, UNAM, 2002	Todos
GROSHONG, R.H. <i>3-D Structural Geology: A Practical Guide to Surface and Subsurface Map Interpretation</i> New York Springer Verlag, 1999	Todos
MARSHAK, S., MITRA, G. <i>Basic Methods of Structural Geology</i> New Jersey Prentice Hall, 1988	Todos
POWELL, D. <i>Interpretation of Geological Structures Through Maps</i> London Longman Scientific & Technical, 1992	5, 6, 7
RAMSAY, J. G., LISLE, R. J. <i>The Techniques of Modern Structural Geology: Applications of Continuum Mechanics in Structural Geology</i> London Academic Press, 2000 Volume 3	5, 6, 7, 10, 11

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	X
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en proyectos de geología estructural.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**ANÁLISIS QUÍMICO**

**1455**

**5**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 2.0

Prácticas 4.0

Total 6.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 32.0

Prácticas 64.0

Total 96.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Físicoquímica

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá el uso y manejo de reactivos químicos, y aplicará los métodos y las técnicas analíticas en el análisis cualitativo y cuantitativo de muestras de mineral.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Comportamiento de iones en solución	8.0
3.	Análisis químico por vía húmeda y seca	10.0
4.	Análisis químico instrumental	12.0
		32.0
	Actividades prácticas	64.0
	Total	96.0

**1 Introducción**

**Objetivo:** El alumno identificará los reactivos y materiales básicos del laboratorio, así como los principios generales del muestreo, para realizar el análisis de los minerales.

**Contenido:**

1. Conceptos básicos.
2. Manejo de reactivos.
3. Material y equipo de laboratorio.
4. Muestreo en el laboratorio. Métodos de muestreo. Importancia de una muestra representativa.
5. Concepto de exacto y preciso. Teoría de errores. Criterio estadístico en el análisis de resultados.
6. Práctica: Procedimiento de toma de muestra y preparación para análisis.

**2 Comportamiento de iones en solución**

**Objetivo:** El alumno empleará los métodos para realizar un análisis cualitativo y determinar los iones en solución.

**Contenido:**

1. Teoría de disociación, producto de solubilidad e identificación de cationes y aniones, reacciones específicas, sensibilidad del método.
2. Prácticas.

**3 Análisis químico por vía húmeda y seca**

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la cuantificación (vía húmeda y vía seca) de los elementos contenidos en una solución para evaluar la calidad de los minerales.

**Contenido:**

1. Equilibrio químico.
2. Actividad química.
3. Métodos gravimétricos (Copelación).
4. Métodos volumétricos.
5. Principios de electroquímica.
6. Titulaciones redox.
7. Prácticas: Reacción del Sn(II), Demostración de la solubilidad respecto al pH, análisis químico cuantitativo por copelación de una muestra de mineral, determinación volumétrica del contenido de calcio en una muestra de agua de mina, análisis químico cuantitativo por vía húmeda de una muestra de mineral.

**4 Análisis químico instrumental**

**Objetivo:** El alumno utilizará las técnicas analíticas en la determinación cualitativa y cuantitativa de los elementos que se encuentran presentes en una muestra de mineral.

**Contenido:**

1. Aplicaciones de la radiación electromagnética al análisis químico cuantitativo.
2. Difracción de rayos X. Fluorescencia de rayos X. Equipos de energía dispersiva. Courier.
3. Espectrofotometría. Espectroscopía de emisión.
4. Espectrofotómetro. Fotómetro de flama. Absorción atómica y plasma (ICP).
5. Prácticas.

**Bibliografía básica**

BUSCARONS, F. Et Al.

*Análisis inorgánico cualitativo sistemático*

**Temas para los que se recomienda:**

Varios

7ª edición

Barcelona

Editorial Reverté, 2005

CHARLOT, G.

*Curso de química analítica general*

Varios

Barcelona

Toray-Masson, 1980

HOLKOVA, L.

*Química analítica cualitativa; Teoría y práctica*

Varios

2ª edición

México

Trillas, 1985

NEWTON, B.

*Ionic Equilibrium*

Varios

Boston

Addison Wesley Publishing, 1998

SKOOG, A.D.

*Fundamentos de química analítica*

Varios

Madrid

Ediciones Paraninfo, S.A., 2005

STUMM, W. Y Morgan, J.,

*Aquatic Chemistry*

Varios

Hoboken, New Jersey

John Wiley and Sons. 1996

### **Bibliografía complementaria**

### **Temas para los que se recomienda:**

BUJOR, M. Y Maquet, A,

*Difracción de rayos X y microscopía electrónica*

Rayos X

México

UNAM, Facultad de Química,

BURRIEL, M. F. Et Al

*Química analítica cualitativa*

Varios

18ª edición

Madrid

Paraninfo, 2008

DAVIS, J.r.

*Metals Handbook*

Todos

Littleton, Colorado

ASM-AIME. 1998

MOFFAT, W. Y Wulff, J.,

*Propiedades electrónicas*

México

Limusa-Wiley, 1968

Varios

*Solubility and pH Calculations*

Boston

Addison Wesley, 1964

Varios

TISSUE, Brian M.

*Basics of Analytical Chemistry and Chemical Equilibria*

Hoboken, New Jersey

John Wiley & Sons, Inc, 2013

Varios

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista, Ing. Químico o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA**

**1413**

**5**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES**

**ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá los conceptos y procesos básicos de la economía, en sus aspectos micro y macroeconómicos, y adquirirá elementos de juicio para el conocimiento y análisis del papel del Estado en la instrumentación de políticas económicas. Asimismo, valorará las características del desarrollo económico actual de México y sus perspectivas de evolución, en el contexto de los retos económicos de nuestro tiempo.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos básicos de economía	4.0
2.	Microeconomía	20.0
3.	Macroeconomía	16.0
4.	Políticas macroeconómicas	12.0
5.	Desarrollo económico: retos y perspectivas económicas	12.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Conceptos básicos de economía

**Objetivo:** El alumno conocerá los principios básicos de la economía para poder entender la relación de esta con otras ciencias y su propio método. Asimismo, será capaz de diferenciar la macroeconomía de la microeconomía. Por último, identificará las principales corrientes de pensamiento teórico sobre la ciencia económica y sus efectos sobre las diferentes políticas económicas realizadas por el Estado.

**Contenido:**

1. Definición de economía.
2. Concepto de escasez.
3. Tierra, trabajo y capital.
4. Método del estudio de la economía.
5. Relación entre economía y otras disciplinas.
6. Diferencia entre macroeconomía y microeconomía.
7. Economía positiva y economía normativa.
8. Debate de las teorías económicas.

## 2 Microeconomía

**Objetivo:** El alumno se distinguirá a los componentes fundamentales de las teorías del consumidor y del productor, como base para el estudio y conocimiento de los principios de la microeconomía.

**Contenido:**

1. Objeto del estudio de la microeconomía.
2. Alternativas de producción.
3. Oferta y demanda.
4. Elasticidad.
5. Teoría de la elección del consumidor.
6. Función de producción y costos de producción.
7. Competencia perfecta.
8. Monopolio y competencia imperfecta.

## 3 Macroeconomía

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la macroeconomía y sus conceptos fundamentales en el contexto de la economía nacional y su relación con la economía internacional. Conocerá también el propósito de los principales indicadores macroeconómicos y desarrollará capacidades para su interpretación y para el análisis de las políticas que incidan en el desarrollo y crecimiento económicos, en un marco de equidad y bienestar social.

**Contenido:**

1. Concepto y utilidad de la macroeconomía.
2. Principales agregados macroeconómicos (Producto Interno Bruto; Matriz de Insumo Producto; medición de la inflación; empleo y desempleo; obtención de cifras reales del PIB).
3. Demanda y oferta agregada (el equilibrio macroeconómico).
4. Enfoques monetarista y estructuralista sobre el problema de la inflación.
5. Cicleo económico.

## 4 Políticas macroeconómicas

**Objetivo:** El alumno entenderá las políticas fiscal y financiera que sirven para enfrentar los principales problemas económicos del país, el papel del Estado en la economía y su influencia con el mercado.

**Contenido:**

1. Los problemas macroeconómicos fundamentales.
2. El Estado y el mercado en la economía.

3. Los mecanismos de intervención del Estado en la economía y sus principales objetivos.
4. Políticafiscal.
5. Políticamonetaria.
6. La política económica en un contexto internacional (la balanza de pagos; los tipos de cambios; ajuste en la balanza de pagos).
7. Sistema financiero mexicano.

## 5 Desarrollo económico: retos y perspectivas económicas

**Objetivo:** El alumno analizará las diferencias entre los conceptos de: desarrollo y globalización; desarrollo y subdesarrollo; crecimiento y desarrollo económico. Asimismo conocerá los principales aspectos de la reforma económica y el Washington Consensus, así como la relación entre las reformas y las crisis financieras, todo ello para dimensionar los retos económicos de nuestro tiempo y las reales condiciones de desarrollo de México y sus perspectivas de evolución.

### Contenido:

1. Definición de desarrollo.
2. Comprensión del proceso de globalización.
3. Concepto de globalización y concepto de globalización financiera.
4. Definición de subdesarrollo.
5. Concepto de crecimiento económico.
6. Diferencias entre desarrollo económico y crecimiento económico.
7. La reforma económica y el Washington Consensus.
8. Resultado e impacto de las reformas en los países de la región de Latinoamérica.
9. Definición de países BRIC (Brasil, Rusia, India y China).
10. Definición de desarrollo humano.
11. Los retos del milenio.
12. Relación entre género y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).
13. Derechos Económicos y Sociales Humanos (DESH).

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ASTUDILLO, Marcela, PANIAGUA, Jorge

*Fundamentos de economía*

México

Instituto de UNAM-Investigaciones Económicas, 2012

Todos

GIRÓN, Alicia, QUINTANA, Aderak, LÓPEZ, Alejandro

*Introducción a la economía: notas y conceptos básicos*

México

Instituto de UNAM-Investigaciones Económicas, 2009

Todos

STIGLITZ, Joseph E., WALSH, Carl E.

*Macroeconomía*

Barcelona

Ariel, 2009

3,4

STIGLITZ, Joseph E., WALSH, Carl E.

*Microeconomía*

2

Barcelona  
Ariel,2009

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

AGUAYO QUEZADA, Sergio <i>México. Todo en cifras (El almanaque Mexicano)</i> México Aguilar, 2008	4,5
GALBRAITH, JohnK. <i>Historia de la economía</i> Barcelona Ariel,2011	1
HAROLD, James <i>El fin de la globalización: lecciones de la grandepresión</i> Madrid Océano,2003	5
IBARRA, David <i>Ensayos sobre economía Mexicana</i> México Fondo de Cultura Económica, 2005	4,5
SAMUELSON, Paul A. <i>Economía con aplicaciones a Latinoamérica</i> México McGraw-Hill,2010	4,5
SAMUELSON, Paul A., NORDHAUS, William D. <i>Economía</i> México McGraw-Hill,2005	Todos

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica:

Licenciatura en Economía

Otras profesiones afines con maestría o doctorado en Economía.

Experiencia profesional:

En docencia e investigación en la disciplina económica. Mínimo 3 años de experiencia.

Especialidad:

Economía.

Conocimientos específicos: Conocimientos en la especialidad.

Aptitudes y actitudes:

Capacidad para despertar el interés en los alumnos en el conocimiento de los conceptos y procesos fundamentales de la economía.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**LEGISLACIÓN MINERA**

**1456**

**5**

**4**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 2.0

Prácticas 0.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 32.0

Prácticas 0.0

Total 32.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno definirá el marco jurídico que regula las concesiones que otorga el gobierno federal para el aprovechamiento de los recursos minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción al marco jurídico nacional en materia de minería	2.0
2.	Artículo 27 constitucional	4.0
3.	Ley Minera y su Reglamento	6.0
4.	Manual de servicios al público	10.0
5.	Solicitud y pericial	2.0
6.	Caso de aplicación.- Presentación de una solicitud de concesión minera	8.0
		32.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	32.0

### **1 Introducción al marco jurídico nacional en materia de minería**

**Objetivo:** El alumno identificará los antecedentes históricos y las políticas de gobierno del derecho minero mexicano y su legislación para emplear estos conocimientos en el desempeño de su ejercicio profesional.

**Contenido:**

1. Breve historia del marco jurídico de la minería en México
2. Ciclos en el desarrollo de la actividad minera en México
3. Políticas de gobierno en materia de minería

### **2 Artículo 27 constitucional**

**Objetivo:** El alumno reconocerá la importancia del Artículo 27 constitucional y otras leyes que se aplican para regular la actividad minera.

**Contenido:**

1. Artículo 27 constitucional
2. Otras leyes aplicables a la minería (Ley de Inversión Extranjera, Fiscales, etc.)

### **3 Ley Minera y su Reglamento**

**Objetivo:** El alumno examinará la ley minera y su reglamento a fin de entender las obligaciones, los derechos y los procedimientos de una concesión minera.

**Contenido:**

1. Ley Minera
2. Reglamento de la Ley Minera

### **4 Manual de servicios al público**

**Objetivo:** El alumno empleará el Manual de servicios de la Secretaría de Economía (o dependencia de gobierno responsable) para apoyar la administración de las concesiones mineras.

**Contenido:**

1. Métodos cartográficos alternativos
2. Marco institucional (Dirección de Minas, Promoción Minera, Fideicomiso, etc.)
3. Cartografía / Subred Geodésica Minera/
4. Procedimientos y formatos

### **5 Solicitud y pericial**

**Objetivo:** El alumno utilizará los formatos y señalará los trámites que se realizan para obtener y mantener una concesión minera.

**Contenido:**

1. Solicitud (incluir definición de persona física y moral)
2. Concursos - Asignación de concesiones
3. Pericial
4. Pago de derechos
5. Obligaciones

### **6 Caso de aplicación.- Presentación de una solicitud de concesión minera**

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos a través de la elaboración de una solicitud de concesión minera.

**Contenido:**

1. Presentación de la solicitud de concesión minera

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Manual de servicios al público en materia minera*

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis

ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Reglamento de la Ley Minera*

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis

REGLAMENTO DE LA LEY MINERA

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Reglamento de la Ley Minera en materia de gas asociado a*

*los yacimientos de carbón mineral* México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis

EN MATERIA DE GAS ASOCIADO

DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS

*Manual del usuario*

México

Secretaría de Economía

TRÁMITE DE SERVICIOS

TENAR.F.

*Derecho constitucional mexicano*

México

Editorial Porrúa

DERECHO CONSTITUCIONAL

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Ley de Inversión Extranjera*

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, última edición

INVERSIÓN EXTRANJERA

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Ley Federal de Derechos*

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, última edición

PAGO DE DERECHOS

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN

*Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal*

INGRESOS FEDERALES

México

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, última edición

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura con experiencia legislativa y/o administrativa en la industria minero metalúrgica. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.

## **SEXTO SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MECÁNICA DE FLUIDOS**

**1441**

**6**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA PETROLERA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los principios, leyes y conceptos fundamentales para el análisis de fenómenos y la solución de problemas de flujo de fluidos.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Propiedades de los fluidos	7.0
2.	Estática de los fluidos	12.0
3.	Análisis dimensional y teoría de los modelos	9.0
4.	Ecuaciones fundamentales	12.0
5.	Flujo de líquidos en tuberías	12.0
6.	Flujo de gases en tuberías	7.0
7.	Medidores de flujo	5.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Propiedades de los fluidos

**Objetivo:** El alumno explicará las propiedades básicas de los fluidos.

**Contenido:**

1. Definición de fluido.
2. Ley de Newton de la viscosidad.
3. Viscosidad.
4. Clasificación de los fluidos.
5. Tensión interfacial, variables que influyen en esta propiedad.
6. Calores específicos.
7. Densidad.
8. Peso específico.
9. Presión de vapor.

## 2 Estática de los fluidos

**Objetivo:** El alumno conocerá las fuerzas de superficie de cuerpos en contacto con un fluido, para la solución de problemas en condiciones estáticas.

**Contenido:**

1. Presión en un punto.
2. Variación de la presión en el seno de un fluido en reposo; fluido compresible e incompresible.
3. Presión absoluta y manométrica.
4. Medidores de presión.
5. Aplicaciones.
6. Fuerzas sobre superficies planas y cóncavas.
7. Magnitud y punto de aplicación.
8. Aplicaciones.

## 3 Análisis dimensional y teoría de los modelos

**Objetivo:** El alumno aplicará las teorías de análisis dimensional en el estudio de fenómenos de flujo.

**Contenido:**

1. Análisis dimensional.
2. Grupos adimensionales.
3. Teoría de Buckingham.
4. Semejanza geométrica, cinemática y dinámica.
5. Aplicaciones.

## 4 Ecuaciones fundamentales

**Objetivo:** El alumno conocerá las ecuaciones fundamentales de la física que describen el comportamiento del flujo.

**Contenido:**

1. Ecuación de continuidad.
2. Ecuaciones de cantidad de movimiento y de conservación de energía.
3. Aplicaciones.

## 5 Flujo de líquidos en tuberías

**Objetivo:** El alumno aplicará algunas de las expresiones fundamentales de la hidráulica para resolver problemas de flujo de líquidos en tuberías y canales abiertos.

**Contenido:**

1. Flujo laminar y flujo turbulento, número de Reynolds.<sup>164</sup>

2. Ecuación de Bernoulli modificada.
3. Pérdidas de carga por fricción.
4. Ecuación de Darcy y Weisbach.
5. Diagrama de Moody.
6. Ecuación de Poiseuille.
7. Flujo en régimen variable.
8. Aplicaciones.

## 6 Flujo de gases en tuberías

**Objetivo:** El alumno aplicará algunas de las expresiones fundamentales de la hidráulica para resolver problemas de flujo de gases en tuberías.

**Contenido:**

1. Flujo isotérmico y flujo adiabático.
2. Flujo laminar y flujo turbulento, número de Reynolds.
3. Ecuación de Bernoulli modificada.
4. Pérdidas de carga por fricción.
5. Ecuación de Darcy y Weisbach.
6. Ecuación de Poiseuille.
7. Flujo en régimen variable.
8. Aplicaciones.

## 7 Medidores de flujo

**Objetivo:** El alumno conocerá los instrumentos utilizados en la medición de flujo.

**Contenido:**

1. Presión estática y presión de estancamiento.
2. Sonda de presión.
3. Disco de Prandtl.
4. Tubo de Pitot.
5. Tubo de Venturi.
6. Placas de orificios.
7. Aplicaciones.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

GILES, Randal V.

*Mecánica de los fluidos e hidráulica*

3ª edición

México

McGraw Hill, 1996

Tomo 1

Todos

IVING, Shames J.

*La mecánica de los fluidos*

México

Ediciones del Castillo, 1974

Todos

MUNSON, Bruce R., ROTHMAYER ALRIC P., Okiishi, TEODORE H.,  
*Fundamental of Fluid Mechanics* Todos  
7th edition  
New York  
Wiley, 2012

STREETER, VICTOR Y WYLIE E, Benjamín  
*Mecánica de fluidos* Todos  
9ª edición  
México  
McGraw Hill, 2000

YUNUS A. CENGEL  
*Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones* Todos  
4ª edición  
México  
McGraw Hill, 2006

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

BAUMEISTER, T. Et Al.  
*Manual del Ingeniero Mecánico* Todos  
México

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

La asignatura deberá ser impartida por profesores que tengan conocimientos en el área de Física General, con nivel de preparación mínimo de Licenciatura en el área Físico-Matemática y de las Ingenierías. Con experiencia profesional deseable de al menos siete años. Es deseable que cuente con experiencia docente de cuando menos un año.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

FUNDAMENTOS PARA LA  
EXPLOTACIÓN DE MINAS

1465

6

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Métodos de Medición Minero-cartográficos

**Seriación obligatoria consecuente:** Explotación de Minas Subterráneas, Explotación de Minas a Cielo Abierto

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá los conceptos fundamentales de una operación minera, las reservas de mineral, las obras mineras, los procesos de extracción, los ciclos operativos, y los equipos, entre otros, para utilizarlos en las asignaturas de ingeniería aplicada.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Proceso del desarrollo de una mina	6.0
2.	Obras de exploración, desarrollo y preparación	8.0
3.	Cálculo dereservas	8.0
4.	Teoría y uso de explosivos	8.0
5.	Barrenación en obras mineras	10.0
6.	Diseño de voladuras	10.0
7.	Principios de fortificación	8.0
8.	Equipominero	6.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

**1 Proceso del desarrollo de una mina**

**Objetivo:** El alumno distinguirá las etapas en la vida de una mina, desde la exploración del yacimiento hasta el cierre de operaciones y comprenderá la importancia de la planeación en la actividad minera.

**Contenido:**

1. Prospección.
2. Exploración.
3. Evaluación de la viabilidad.
4. Diseño y planeación.
5. Construcción y desarrollo.
6. Operación.
7. Cierre y postoperación.

**2 Obras de exploración, desarrollo y preparación**

**Objetivo:** El alumno identificará los diferentes tipos de obras de desarrollo y preparación que se utilizan en minas subterráneas y a cielo abierto.

**Contenido:**

1. Obras de exploración.
2. Obras en minas subterráneas - desarrollo, preparación y explotación (concepto de método)
3. Obras en minas a cielo abierto - caminos, rampas, bancos, concepto de descapote.

**3 Cálculo de reservas**

**Objetivo:** El alumno comprenderá los métodos para cuantificar y evaluar las reservas de mineral en un yacimiento y con ello determinar la factibilidad de su explotación.

**Contenido:**

1. Tipo de muestreo (a diamante, de circulación inversa, interior mina)
2. Métodos para el cálculo de reservas (estadísticos, geoestadísticos)
3. Clasificación de reservas (por su grado de incertidumbre, por criterios económicos)
4. Ejemplos de aplicación

**4 Teoría y uso de explosivos**

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios básicos de teoría de los explosivos y los diferentes tipos que existen en el mercado utilizados en la fragmentación de roca.

**Contenido:**

1. Principios de fragmentación de la roca
2. Teoría de craterización y reflexión de ondas
3. Tipos de explosivos y sus características
4. Artificios, agentes explosivos e iniciadores
5. Medidas de seguridad en el transporte, almacenamiento y uso de explosivos.

**5 Barrenación en obras mineras**

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios de la barrenación en roca, así como los equipos utilizados, para su aplicación como medio para la fragmentación de la roca.

**Contenido:**

1. Concepto de barrenación y plantilla de barrenación
  2. Barrenación en obras subterráneas
  3. Barrenación en bancos a cielo abierto
- 5.4** Equipo y herramientas de barrenación

## 6 Diseño de voladuras

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos del uso de explosivos y de la barrenación para el diseño de voladuras en los diferentes tipos de obras mineras.

**Contenido:**

1. Diseño de cuñas en obras de avance
2. Diseño de plantillas de producción (subterráneas y a cieloabierto)
3. Cálculo de la carga de explosivos (de fondo, de columna, factor de carga)
4. Sistemas de iniciación y secuencia de disparo (sistemas de inicio y uso de retardos)

## 7 Principios de fortificación

**Objetivo:** El alumno distinguirá los principales elementos de soporte utilizados en obras mineras para garantizar las condiciones de seguridad en una operación.

**Contenido:**

1. Esfuerzos y deformación en la roca
2. Materiales empleados para la fortificación
3. Elementos estructurales empleados en la fortificación
4. Ejemplos de aplicación de elementos de soporte

## 8 Equipominero

**Objetivo:** El alumno conocerá los principales equipos mineros y sus características para hacer una adecuada selección de éstos al diseñar los ciclos operativos en una mina.

**Contenido:**

1. Equipo utilizado en minas subterráneas
2. Equipo utilizado en minas a cielo abierto

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

HARTMAN, H.I.

*Mining Engineering Handbook*

Littleton, Colorado

Society of Mining Engineers of AIME, 1992

Todos

HOWARD L. HARTMAN, Jan M. Mutmanský

*Introductory Mining Engineering*

Littleton, Colorado

Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME), 2002

Todos

LÓPEZ ABURTO, Víctor Manuel

*Fundamentos para la explotación de minas*

México

Facultad de Ingeniería, UNAM, 2003

Todos

### Bibliografía complementaria

### Temas para los que se recomienda:

CUADRA DE LA, I. L.

*Curso de Laboreo de Minas*

Madrid

Publicaciones Fundación Gómez-Pardo, 1980

Todos

DU PONTCO.

*Manual para el uso de explosivos*

México

DU PONT Co., 2003

Teoría y uso de explosivos

STALEY, W. w.

*Introduction to Mine Surveying*

Stanford

Stanford University Press, 1978

Cálculo de reservas

TRADUCCIÓN: CAMACHO ORTEGA GUSTAVO

*El proceso de desarrollo de una mina*

México, D.F.

Facultad de Ingeniería, UNAM, 2001

El desarrollo de una mina

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MECÁNICA DE ROCAS**

**1583**

**6**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Geotecnia de Excavación

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las características de la roca intacta y de los macizos rocosos que determinan su comportamiento ante los esfuerzos ejercidos por la realización de excavaciones y la construcción de obras civiles y mineras.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Esfuerzo y deformación	10.0
3.	Propiedades de la roca intacta	8.0
4.	Propiedades de los macizos rocosos	8.0
5.	Principios de excavación a cielo abierto	12.0
6.	Principios de excavación subterránea	12.0
7.	Principios de cimentaciones en roca	12.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos de la mecánica de rocas, las áreas de conocimiento afines y las fuentes de información para su análisis.

**Contenido:**

1. Antecedentes y evolución de la mecánica de rocas.
2. Ubicación dentro del campo de la geotecnia.
3. Campos de aplicación.
4. Diferencia entre roca intacta y macizo rocoso.

## 2 Esfuerzo y deformación

**Objetivo:** El alumno analizará las condiciones de esfuerzos a los que son sometidos los materiales rocosos, así como la deformación asociada a ellos.

**Contenido:**

1. Componentes de esfuerzo normal y de esfuerzo tangencial.
2. Esfuerzos en la corteza.
3. Tensor de esfuerzos.
4. Métodos para determinar el tensor de esfuerzos in-situ.
5. Teoría de la deformación.

## 3 Propiedades de la roca intacta

**Objetivo:** El alumno distinguirá las propiedades y métodos de análisis de la roca intacta.

**Contenido:**

1. Concepto de roca intacta.
2. Propiedades índice.
3. Propiedades mecánicas y de deformabilidad.
4. Clasificación en ingeniería de roca intacta.

## 4 Propiedades de los macizos rocosos

**Objetivo:** El alumno distinguirá las propiedades y métodos de análisis del macizo rocoso.

**Contenido:**

1. Concepto de macizo rocoso: roca intacta y discontinuidades.
2. Propiedades de las discontinuidades.
3. Resistencia al esfuerzo cortante en discontinuidades.
4. Criterios de falla en rocas.
5. Deformabilidad de macizos rocosos.
6. Efectos del agua y concepto de permeabilidad en los macizos rocosos.
7. Clasificación y evaluación empírica de su resistencia.

## 5 Principios de excavación a cielo abierto

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principales mecanismos de falla en taludes. Analizará la estabilidad y refuerzo de cada uno de ellos.

**Contenido:**

1. Mecanismos de falla de taludes y laderas.
2. Análisis de desprendimientos, caídas y rodamiento de bloques.
3. Análisis de falla por volteo de bloques.
4. Análisis de falla por deslizamiento sobre un plano.
5. Análisis de falla tipo cuña.

6. Análisis de falla rotacional.
7. Diseño de tratamientos de la roca, refuerzo y soporte artificial en taludes.
8. Instrumentación de taludes.
9. Métodos de excavación.

## 6 Principios de excavación subterránea

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos geomecánicos de la excavación subterránea.

**Contenido:**

1. Consideraciones generales.
2. Mecanismos de fallas en obras subterráneas.
3. Análisis geológico-estructural.
4. Análisis de esfuerzos alrededor de una excavación.
5. Criterios de falla.
6. Diseño de tratamientos de roca, esfuerzo y soporte artificial.
7. Instrumentación de túneles.
8. Métodos de excavación.

## 7 Principios de cimentaciones en roca

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos geomecánicos aplicables para cimentaciones en roca.

**Contenido:**

1. Características geológicas de las sedimentaciones en roca.
2. Tipos de cimentaciones.
3. Mecanismos de falla en cimentaciones.
4. Determinación de la capacidad de carga.
5. Mejoramiento en la cimentación.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

CONRAD, J. J., NEVILLE G. W., Zimmerman, R., <i>Fundamentals of Rock Mechanics</i> 4ta edición 2009 John Wiley & Sons	1, 2, 3,4
GOODMAN, R.e. <i>Introduction to Rock Mechanics</i> - New York, 1989 John Wiley	1, 2, 3,4
HUDSON, J. A., HARRISON, J.P. <i>Engineering Rock Mechanics, and Introduction to the principals</i> 2nd edición London, 2000 Pergamon	5, 6,7

ZHANG LIANYANG.

*Engineering Properties of Rocks*

3,4

-

Oxford, 2005

Elsevier

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

ARVIZU LARA, Gustavo, DÁVILA SERRANO, Moisés

*Geología aplicada a la construcción de infraestructura*

5, 6,7

México

Innova, 2013

GONZÁLEZ DE VALLEJO, Luis, ET.AL.,

*Ingeniería Geológica*

Todos

-

Madrid, 2002

Prentice Hall

HOEK, E., BROWN, E. T.

*Excavaciones subterráneas en roca*

4,6

-

México

-

SING, B., GOEL, R. K.

*Rock Mass Classification, A practical Approach in Civil*

4, 5, 6,7

*Engineering* Oxford, 1999

Elsevier

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input checked="" type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo o civil preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en aplicación de mecánica de rocas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**FUNDAMENTOS DE  
METALURGIA EXTRACTIVA**

**1464**

**6**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Preparación y Concentración de Minerales

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá conceptos básicos de la metalurgia extractiva a fin de aplicarlos en las diferentes operaciones unitarias de un proceso de beneficio de minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción a las operaciones unitarias en metalurgia extractiva	4.0
2.	Manejo de minerales	5.0
3.	Muestreo y control metalúrgico	8.0
4.	Análisis de tamaño y caracterización de partículas	6.0
5.	El flujo de sólidos a través de fluidos y agitación de pulpas	7.0
6.	Fluidización de sólidos	5.0
7.	Bombeo y compresión	8.0
8.	Filtración	6.0
9.	Transferencia de masa	8.0
10.	Transferencia de calor	7.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción a las operaciones unitarias en metalurgia extractiva

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de operación unitaria para aplicarlo en el diseño de los procesos metalúrgicos.

**Contenido:**

1. Definición, descripción y clasificación de operaciones unitarias como parte de un proceso metalúrgico
2. Aplicaciones particulares de las operaciones unitarias en procesos de concentración, pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos
3. Conceptos fundamentales

## 2 Manejo de minerales

**Objetivo:** El alumno reconocerá el manejo de los minerales para su transporte desde la mina hasta su almacenamiento en la planta de beneficio.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Separación de materiales dañinos
3. Transporte de minerales
4. Almacenamiento de minerales
5. Alimentadores
6. Ejercicios

## 3 Muestreo y control metalúrgico

**Objetivo:** El alumno distinguirá los métodos de muestreo de minerales, pulpas y productos metalúrgicos para la obtención de muestras representativas que se utilicen en el control de los procesos.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Muestreo y pesaje de mineral
3. Ejercicios

## 4 Análisis de tamaño y caracterización de partículas

**Objetivo:** El alumno identificará los métodos para hacer el análisis granulométrico de una muestra de mineral y determinar la distribución por tamaños de partícula de los elementos de interés.

**Contenido:**

1. Introducción.
2. Forma y tamaño de partículas.
3. Base teórica de la determinación del tamaño de partículas (tamizado, diámetro equivalente de Stokes, sedimentación, elutriación, microscopía, láser, resistencia eléctrica y analizador de línea)
4. Caracterización de partículas.
5. Ejercicios

## 5 El flujo de sólidos a través de fluidos y agitación de pulpas

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios básicos del movimiento de sólidos a través de líquidos o gases a través de sistemas de transporte.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Velocidad máxima
3. Movimiento bidimensional
- 5.4 Ejercicios

## 6 Fluidización de sólidos

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios básicos de la fluidización de sólidos para aplicarlos en el diseño de sistemas de transporte.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Fluidización de partículas
3. Fluidización agregada
4. Cálculo de la caída de presión requerida
5. Criterio para elegir el tipo de fluidización
6. Transporte de sólidos dispersos fluidizados
7. Ejercicios

## 7 Bombeo y compresión

**Objetivo:** El alumno determinará los aspectos técnicos del bombeo, compresión y ventilación para aplicarlos en el transporte hidráulico de minerales y productos metalúrgicos.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Bombas reciprocantes y compresores
3. Bombas rotatorias y ventiladores
4. Bombas centrífugas y compresores
5. Bombas especiales y ventiladores
6. Ejercicios

## 8 Filtración

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos de la operación de filtración para aplicarlos en el proceso de separación de concentrados de mineral y residuos.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Filtros de gravedad
3. Filtros de placa estructurada (Ej. filtros prensa)
4. Filtros intermitentes de hoja
5. Filtros rotatorios al vacío continuos
6. Selección de filtros
7. Cálculo de filtros
8. Necesidades de flujo de los filtros al vacío rotatorios
9. Operación
10. Ejercicios

## 9 Transferencia de masa

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios básicos de transferencia de masa para aplicarlos en los balances metalúrgicos que sirven como herramienta de control de los procesos.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Ecuación de velocidad
3. Fuerza motriz, Fugacidad y Concentración
4. Transferencia de masa por difusión molecular
5. Difusividad

6. Transferencia de masa en flujo turbulento
7. Ejercicios

## 10 Transferencia de calor

**Objetivo:** El alumno comprenderá los aspectos teóricos de la transferencia de calor para aplicarlos en los procesos hidro y pirometalúrgicos.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Equipo para intercambiar calor
3. Teoría y formulación
4. Conducción a través de una serie de sólidos
5. Convección
6. Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor
7. Factores por contaminantes
8. Ejercicios

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| ALAN S. FOUST, Leonard A. Wenzel, CURTIS W. CLUM, Louis Maus, BRYCE ANDERSEN,<br><i>Principios de operaciones unitarias</i><br>2ª edición<br>México<br>Compañía Editorial Continental, 2006 | Todos salvo 2, 3 y 4  |
| BARRY A. WILLS AND TIM NAPIER-MUNN<br><i>Wills Mineral Processing Technology</i><br>7th edition<br>London<br>Butterworth-Heinemann, 2006  | Todos                 |
| ERROL G. KELLY Y DAVID J. SPOTTISWOOD<br><i>Introducción al procesamiento de minerales</i><br>México<br>Editorial Limusa, S. A. de C.V., 1990   | Todos salvo 7, 9 y 10 |
| G. G. BROWN AND ASSOCIATES<br><i>Unit Operations</i><br>New York<br>John Wiley and Sons, 1953   | Todos                 |
| MCCABE, W., SMITH, J. Harriott, P.,<br><i>Unit Operations of Chemical Engineering</i><br>7th edition<br>New York<br>McGraw Hill Chemical Engineering Series, 2004                           |                       |

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN MINERA**

**1466**

**6**

**6**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 3.0

Teóricas 48.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 3.0

Total 48.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conocimientos de las ciencias geológicas en la prospección, exploración y evaluación de yacimientos minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	La Geología en la industria minera	3.0
2.	Las guías de mineralización	12.0
3.	El modelo del yacimiento mineral	3.0
4.	El proyecto de prospección minera	6.0
5.	El proyecto de exploración minera	6.0
6.	La exploración y evaluación del cuerpo mineralizado	15.0
7.	Prospección y exploración minera e impacto ambiental y social	3.0
		48.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	48.0

### 1 La Geología en la industria minera

**Objetivo:** El alumno identificará las relaciones entre las geociencias y la industria minera, así como su importancia en las diferentes etapas donde participa la Geología en dicha industria.

**Contenido:**

1. Conceptos de prospección y exploración minera.
2. Relación de la minería con las ciencias geológicas.
3. Fases de la investigación minera.
4. La prospección y exploración en la industria minera mexicana.

### 2 Las guías de mineralización

**Objetivo:** El alumno analizará el concepto de guía, sus aplicaciones en la exploración y su relación con las diversas disciplinas de la Geología.

**Contenido:**

1. Concepto de guía y de metalotectón.
2. Clasificación de guías y su relación con los metalotectones.
3. Guías fisiográficas y paleogeográficas.
4. Guías litológicas y estratigráficas.
5. Guías estructurales. Continuidad de la mena.
6. Guías mineralógicas.
7. Guías geoquímicas.
8. Prospección geofísica y geoquímica.

### 3 El modelo del yacimiento mineral

**Objetivo:** El alumno comprenderá la utilidad de los modelos de yacimientos minerales en la prospección y exploración minera.

**Contenido:**

1. Concepto de modelo de yacimientos minerales.
2. Características que definen los diferentes modelos de yacimientos y su presentación.
3. Un diseño del modelo de mineralización.
4. Yacimientos gigantes y de clase mundial.
5. Ejemplos de modelos de mineralización de México y el mundo.

### 4 El proyecto de prospección minera

**Objetivo:** El alumno analizará las características de un proyecto de prospección minera, las técnicas más comúnmente empleadas y los resultados esperados en esta etapa de la búsqueda de yacimientos minerales.

**Contenido:**

1. Objetivos de la prospección minera.
2. Características del proyecto de prospección.
3. Técnicas más usuales en la prospección.
4. Hallazgo de anomalías y su evaluación.

### 5 El proyecto de exploración minera

**Objetivo:** El alumno analizará el proyecto de exploración en las etapas de operaciones tácticas y puntuales.

**Contenido:**

1. Objetivos de la exploración minera.
2. Características del proyecto de exploración.
3. Métodos de muestreo.

4. Barrenación y/o trabajos mineros.
5. Modelogeológico.
6. Modelo de recursos minerales.
7. Estudio de pre-factibilidad.

## 6 La exploración y evaluación del cuerpo mineralizado

**Objetivo:** El alumno analizará las diferentes técnicas que deben emplearse para conocer y evaluar los cuerpos mineralizados.

**Contenido:**

1. Protocolos en la exploración y evaluación minera.
2. El proyecto de evaluación del yacimiento mineral.
3. Procedimientos de muestreo.
4. Recursos minerales, clasificación y cálculo de reservas.
5. Software especializado en la evaluación de yacimientos minerales.

## 7 Prospección y exploración minera e impacto ambiental y social

**Objetivo:** El alumno identificará la influencia que pueden tener los diferentes trabajos de la prospección y exploración minera en el medio ambiente y en las comunidades sociales.

**Contenido:**

1. Marco legal.
2. Riesgos de contaminación.
3. Obras superficiales y subterráneas.
4. La barrenación.
5. Relaciones con las comunidades sociales.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

EDWARDS, R., ATKINSON, K.  
*Ore Deposits Geology and Its Influence on Mineral  
Exploration* Chapman and Hall, 1986

KUSVART, M., BOHMER, M.  
*Prospection and Exploration of Mineral Deposits*  
Amsterdam  
Elsevier, 1986

MARJORIBANKS, R.  
*Geological Methods in Mineral Exploration and Mining*  
Berlín  
Springer Heidelberg, 2010

MC KINSTRY, H.E.  
*Geología de minas*  
Barcelona  
Ed. Omega, 1970

MOON, C. J., WHATELEY, M. K. G., ET AL.,

*Introduction to Mineral Exploration*

Blackwell Publishing Ltd, 2006

PETERS, W. C.

*Exploration and Mining Geology*

New York

John Wiley and Sons, 1987

SINGER, D. A., MENZIE, W. D.

*Quantitative Mineral Resource Assessments: An Integrated*

*Approach* Oxford University Press, 2010

WELLMER, F. W.

*Statistical Evaluations in Exploration for Mineral Deposits*

Germany

Springer-Verlag, 1998

WILHELM, F., DALHEIMER, M., et al.

*Economic Evaluations in Exploration*

Berlín

Springer-Verlag, 2008

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

ARNDT, N., GANINO, C.

*Ressources Minérales*

France

Dunod, 2010

CHAUSSIER, J. B.

*Manuel du Prospecteur Minier*

France

Editions du BRGM, 1992

CLARK, K. F., SALAS-PIZÁ, G., et al.

*Geología económica de México*

Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Servicio Geológico Mexicano, 2009

HALDAR, S. K.

*Exploration Modeling of Base Metal Deposits*

New Dehli

Reed Elsevier India Put., Ltd, 2007

LAWTON, S. E.

*Sampling and Ore Reserves*

Prospectors and Developer Association of Canada, 1991

ROBB,L.

*Introduction to Ore-Forming Processes*

United Kingdom

Blackwell Science Ltd, 2005

RUDENNO, V.

*The Mining Valuation Handbook*

Australia

Wrightbooks, 2007

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en proyectos de exploración de yacimientos minerales en el sector minero.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

LITERATURA  
HISPANOAMERICANA CONTEMPORÁNEA

1055

6

6

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES

ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 2.0

Prácticas 2.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 32.0

Prácticas 32.0

Total 64.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno enriquecerá una visión propia de su entorno y circunstancias, por la vía del acercamiento guiado a textos literarios de autores hispanoamericanos contemporáneos, que le apoyen en la asimilación de valores, en la reafirmación de su identidad y en el fortalecimiento de las sensibilidades indispensables en todo buen profesionista al servicio de la sociedad. A lo largo del curso, el alumno desarrollará capacidades analíticas y críticas para la comprensión e interpretación de textos, en el marco de su formación como ingeniero. En la parte teórica del curso, el alumno conocerá, elementos de contexto (sobre géneros literarios y autores y sobre aspectos geográficos, históricos, políticos, etc.) para la mejor interpretación de las lecturas que lleve a cabo. En la parte práctica, el alumno ejercitará la lectura, su análisis e interpretación; desarrollará el comentario crítico de los textos leídos y conocerá algunos ejemplos notables de aproximaciones cinematográficas a textos relevantes de la narrativa hispanoamericana contemporánea.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Literatura e historia	6.0
3.	Literatura e identidad	4.0
4.	La ficción literaria como aproximación a la realidad	8.0
5.	Literatura y sociedad: una vinculación ineludible	8.0
6.	Los ingenieros mexicanos en la literatura	4.0
		32.0

Actividades prácticas	32.0
Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno conocerá las aportaciones literarias hispanoamericanas de mayor significación, vinculadas a los cambios operados en la sociedad contemporánea.

**Contenido:**

1. Objetivo del curso y presentación del programa.
2. Panorama de la literatura hispanoamericana del siglo XX.
3. Los precursores: Rubén Darío y Horacio Quiroga.

## 2 Literatura e historia

**Objetivo:** El alumno analizará textos de literatura hispanoamericana contemporánea relacionados con hechos históricos relevantes, y desarrollará habilidades de interpretación de su herencia histórica.

**Contenido:**

1. Texto histórico y texto literario: dos visiones sobre un mismo acontecimiento.
2. Conquista, Independencia, Revolución, Posrevolución, injerencia estadounidense.
3. Visión literaria del medio rural mexicano: Juan Rulfo.
4. La figura literaria del dictador latinoamericano.

## 3 Literatura e identidad

**Objetivo:** El alumno analizará ensayos hispanoamericanos del siglo XX que amplíen su visión respecto a su identidad continental y nacional.

**Contenido:**

1. El ensayo hispanoamericano: en pos de una identidad.
2. Reafirmación de la propia identidad a través de la universalidad: Reyes y Vasconcelos.
3. La esencia de la mexicanidad: Ramos y Paz.

## 4 La ficción literaria como aproximación a la realidad

**Objetivo:** El alumno asimilará los conceptos de realismo mágico y lo real maravilloso como parte de la cotidianeidad hispanoamericana. También identificará la literatura fantástica y la literatura del absurdo como otras alternativas de la realidad.

**Contenido:**

1. La nueva narrativa y el boom latinoamericano.
2. Realismo mágico y lo real maravilloso: dos visiones de nuestra realidad. Rulfo y Carpentier.
3. El genio creador de García Márquez.
4. Borges y Cortázar: dos vertientes de la literatura fantástica.
5. La estética del absurdo: Arreola.
6. Las fábulas de Monterroso.

## 5 Literatura y sociedad: una vinculación ineludible

**Objetivo:** El alumno tomará conciencia de situaciones que acontecen en la actual sociedad hispanoamericana.

**Contenido:**

1. La lírica popular y el corrido mexicano. Fuentes y características.
2. El compromiso social en la poesía de César Vallejo y Pablo Neruda.

3. La situación indígena: Rosario Castellanos.
4. El compromiso humano de José Luis González.
5. El realismo crítico de Mario Vargas Llosa.
6. El teatro hispanoamericano: la puesta en evidencia de morales caducas o equívocas.

## 6 Los ingenieros mexicanos en la literatura

**Objetivo:** El alumno conocerá algunos textos de la obra literaria de autores con formación original en ingeniería y valorará su capacidad para conjugar formaciones técnicas y humanísticas.

**Contenido:**

1. Los ensayos sobre técnica y humanismo de Zaíd, Lara Zavala y Krauze.
2. La crítica desmitificadora de Jorge Ibarguengoitia.
3. Las experiencias ingenieriles en la obra literaria de Vicente Leñero.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ALVARADO, José <i>Un día una lámpara votiva.</i>	2
ARREOLA, Juan José <i>En verdad os digo, Anuncio, Baby H.P. y El guardaguijas de Confabulario.</i>	4
BORGES, Jorge Luis <i>El aleph, La biblioteca de Babel y El jardín de los senderos que se bifurcan.</i>	4
CARBALLIDO, Emilio <i>El censo.</i>	5
CARPENTIER, Alejo <i>El recurso del método.</i>	2
CARPENTIER, Alejo <i>Prólogo a El reino de este mundo.</i>	4
CASTELLANOS, Rosario <i>Balún Canán.</i>	5
CORTÁZAR, Julio <i>Casa tomada, Carta a una señorita en París, Continuidad de los parques e Historias de cronopios y defamas.</i>	4
DARÍO, Rubén <i>El Rey burgués y Estival de Azul...; A Roosevelt y Letanías de Nuestro Señor Don Quijote en Cantos de vida y esperanza y Los motivos del lobo de Canto a la Argentina y otros poemas.</i>	1
FUENTES, Carlos <i>Las dos orillas de El naranjo.</i>	2

GARCÍA MÁRQUEZ, Gabriel <i>Doce cuentos peregrinos y Del amor y otros demonios.</i>	4
GONZÁLEZ, JoséLuis <i>La carta, En el fondo del caño hay un negrito, Laca ja de plomo que no se podía abrir y Santa.</i>	5
GUZMÁN, MartínLuis <i>Un préstamo forzoso, El nudo de ahorcar y La fiesta de las balas en El águila y la serpiente.</i>	2
HUERTA, Efraín <i>Los eróticos y otros poemas.</i>	5
IBARGÜENGOITIA, Jorge <i>Los pasos de López.</i>	2
IBARGÜENGOITIA, Jorge <i>La Ley de Herodes, Dos crímenes, y Las muertas.</i>	6
KRAUZE, Enrique <i>Por un humanismo ingenieril.</i>	6
LARA ZAVALA, Hernán <i>Ingeniería y literatura.</i>	6
LEÑERO, Vicente <i>Los albañiles y La gota de agua.</i>	6
MONTERROSO, Augusto <i>La oveja negra y demás fábulas.</i>	4
NERUDA, Pablo <i>Alturas de Machu Pichu de Cantogeneral.</i>	5
PAZ, Octavio <i>El laberinto de la soledad.</i>	3
PONIATOWSKA, Elena <i>La noche de Tlatelolco.</i>	2
QUIROGA, Horacio <i>Cuentos de locura, amor y muerte.</i>	1
RAMOS, Samuel <i>El perfil del hombre y la cultura en México.</i>	3
REYES, Alfonso <i>Visión de Anáhuac</i>	3

RULFO, Juan <i>Pedro Páramo.</i>	4
RULFO, Juan <i>El llano en llamas.</i>	2
USIGLI, Rodolfo <i>Corona de luz.</i>	2
VALLEJO, César <i>Poemas humanos.</i>	5
VARGAS LLOSA, Mario <i>La ciudad y los perros.</i>	5
VARGAS LLOSA, Mario <i>La fiesta del Chivo.</i>	2
VASCONCELOS, José <i>La raza cósmica.</i>	3
ZAID, Gabriel <i>Las dos inculturas en La poesía en la práctica.</i>	6

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

## ANTOLOGÍAS

BARRERA, Trinidad (COORD.)  
*Historia de la Ciencia y de la Tecnología. (1992)*  
Madrid  
Cátedra, 2008

Todos

## DEAPOYO

DOMÍNGUEZ MICHAEL, Christopher (COMPILADOR)  
*Antología de la narrativa mexicana del siglo XX*  
México  
FCE, 1996  
(Col. Letras mexicanas).

2,4,5,6

DOMÍNGUEZ MICHAEL, Christopher (COMPILADOR)  
*Diccionario crítico de la literatura mexicana (1955-2005).*  
México  
FCE, 2007

Todos

(Col. Letras mexicanas).

MENTON, Seymour (COMPILADOR)

*El cuento hispanoamericano.*

1,2,4,5

México

FCE, 2004

(Col. Popular).

OVIEDO, José Miguel

*Historia de la literatura hispanoamericana.*

Todos

Madrid

Alianza, 1995

PAZ. CHUMACERO. ARIDJIS. PACHECO, (COMPILADORES)

*Poesía en movimiento*

5

México

SEP, 1985

(Lecturas mexicanas, 2a. serie, 5).

SHAW, Donald L.

*Nueva narrativa hispanoamericana.*

Todos

Madrid

Cátedra, 1999

SKIRIUS, John (COMPILADOR)

*El ensayo hispanoamericano del Siglo XX*

3,6

México

FCE, 2004

(Col. Tierra Firme).

YURKIEVICH, Saúl

*Fundadores de la nueva poesía latinoamericana.*

5

Madrid

Ariel, 1984

#### **Material filmográfico para actividades prácticas:**

*Los albañiles.* Dirigida por Jorge Fons. México, 1976.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Vicente Leñero).

*El amor en tiempos de cólera.* Dirigida por Mike Newell. E.U.-Colombia, 1987.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Gabriel García Márquez).

*El cartero de Neruda (II postino).* Dirigida por Michael Radford. Francia-Italia-Bélgica, 1994.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Antonio Skármeta, sobre un episodio de la vida de Pablo Neruda).

***Crónica de una muerte anunciada.*** Dirigida por Francesco Rossi. Italia, 1987.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Gabriel García Márquez).

***Dos crímenes.*** Dirigida por Roberto Sneider. México, 1995.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Jorge Ibarguengoitia).

***La ciudad y los perros.*** . Dirigida por Francisco J. Lombardi. Perú, 1985.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Mario Vargas Llosa).

***la fiesta del chivo.*** Dirigida por Luis Llosa. España-Reino Unido, 2005.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Mario Vargas Llosa).

***Gringo viejo.*** Dirigida por Luis Puenzo. E.U., 1987.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Carlos Fuentes).

***Mariana, Mariana.*** Dirigida por Alberto Isaac. México, 1987.

(Adaptación cinematográfica de la novela Las batallas en el desierto de José Emilio Pacheco).

***Pantaleón y las visitadoras.*** Dirigida por Francisco J. Lombardi. Perú, 1999.

(Adaptación cinematográfica de la novela homónima de Mario Vargas Llosa).

***El rincón de las vírgenes.*** Dirigida por Alberto Isaac. México, 1972.

(Adaptación cinematográfica del cuento Anacleto Morones de El llano en llamas de Juan Rulfo).

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura****Formación académica:**

Estudios universitarios de licenciatura en cualquier especialidad de Letras.

**Experiencia profesional:**

Mínimo tres años en docencia o investigación en literatura. En el caso de otras profesiones, experiencia como escritor con obra acreditada.

**Especialidad:**

Preferentemente, titulado en Letras Hispánicas y con maestría o especialización en cualquier área de la disciplina.

**Conocimientos específicos:**

Literatura hispanoamericana contemporánea. Sólida cultura general.

**Aptitudes y actitudes:**

Favorecer en los alumnos el reconocimiento a la literatura como elemento necesario para su formación integral como ingenieros.

Habilidad para fomentar en los alumnos el gusto por la lectura, como hábito futuro.

## **SÉPTIMO SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MECÁNICA APLICADA Y  
PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**2702**

**7**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno utilizará los conocimientos adquiridos sobre las características de los materiales de construcción (madera, acero y concreto), así como los métodos de cálculo, para el diseño de construcciones e instalaciones minero-metalúrgicas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	1.0
2.	Elementos mecánicos de las estructuras	6.0
3.	Diseño en madera y acero	4.0
4.	Deformaciones de las barras	5.0
5.	Columnas	4.0
6.	Empuje de tierras	6.0
7.	Materiales naturales	6.0
8.	Procedimientos de construcción y mano de obra	6.0
9.	Cuantificación de materiales y mano de obra	6.0
10.	Concreto, componentes del concreto y características del concreto simple	2.0
11.	Acero de refuerzo	2.0
12.	Cimbras	4.0
13.	Vigas, losas y columnas de concreto	6.0
14.	Cimentación	6.0

Actividades prácticas

0.0

Total

64.0

**1 Introducción**

**Objetivo:** El alumno identificará las principales instalaciones que se requieren construir en una unidad minera para estimar el volumen de obra.

**Contenido:**

1. Instalaciones en una unidad minero metalúrgica
2. Etapas de construcción en una mina
3. Materiales de construcción utilizados

**2 Elementos mecánicos de las estructuras**

**Objetivo:** El alumno calculará los componentes mecánicos de vigas y marcos, para aplicarlos en el diseño de los elementos de soporte en una mina.

**Contenido:**

1. Definición de momentos flexionantes, fuerzas cortantes, fuerzas axiales
2. Relación entre momentos flexionantes y fuerza cortante
3. Definición de momento torsionante
4. Diagrama de elementos mecánicos en piezas de eje recto
5. Marcos y arcos en el plano
6. Superposición de defectos
7. Ejercicios de vigas
8. Teoría aproximada de las barras
9. Eje neutro
10. Núcleo central
11. Ejercicios

**3 Diseño en madera y acero**

**Objetivo:** El alumno calculará y diseñará estructuras de madera y acero.

**Contenido:**

1. Fórmula de la escuadría
2. Factores de seguridad de cargas; muerta, viva, sismo, viento, y otros casos particulares
3. Uso del manual de acero estructural
4. Proyecto de secciones estructurales
5. Ejercicios

**4 Deformaciones de las barras**

**Objetivo:** El alumno identificará los conceptos teóricos y los métodos de cálculo para aplicarlos en el diseño de barras.

**Contenido:**

1. Ecuaciones de Euler
2. Teoremas de Mohr
3. Apoyos
4. Pórticos

5. Anillos cerrados
6. Ejercicios

## 5 Columnas

**Objetivo:** El alumno considerará los conceptos teóricos del comportamiento de estructuras sujetas a compresión axial para aplicarlos en el diseño de columnas y pilares.

**Contenido:**

1. Tipos de columnas
2. Pandeo
3. Carga crítica
4. Fórmulas de diseño
5. Fórmula de Euler
6. Otras fórmulas del reglamento de construcción
7. Ejercicios

## 6 Empuje de tierras

**Objetivo:** El alumno analizará los principios básicos del empuje de tierras para aplicarlos en el diseño de muros de contención y cimientos.

**Contenido:**

1. Teoría de ruptura de Mohr
2. Empuje de tierras y líquidos
3. Aplicaciones
4. Diagrama de fatigas
5. Especificaciones
6. Ejercicios

## 7 Materiales naturales

**Objetivo:** El alumno identificará las características físicas de los materiales naturales (rocas, arcillas, gravas, arenas, etc.) empleados en la construcción para calcular las cantidades necesarias en la elaboración de morteros, mampostería y concreto.

**Contenido:**

1. Rocas, arcillas, gravas, arenas, puzolanas, bituminosas y maderas
2. Elaboración y dosificación de morteros, mamposterías y concretos

## 8 Procedimientos de construcción y mano de obra

**Objetivo:** El alumno considerará los elementos fundamentales de la construcción de obras auxiliares para elaborar los procedimientos y planear la construcción de las instalaciones en una operación minera.

**Contenido:**

1. Operaciones preliminares
  2. Levantamientos topográficos
  3. Estudio del terreno
  4. Drenaje
  5. Vientos, clima
  6. Resistencia del terreno, suelo, subsuelo
  7. Excavaciones, rellenos, zanjas
  8. Acarreos
  9. Caminos de acceso, trazo
- 8.10** Características del camino

11. Volúmenes, terraplén, corte, rellenos
12. Obras de arte, base, sub-base
13. Carpetas asfálticas, maquinaria

## 9 Cuantificación de materiales y mano de obra

**Objetivo:** El alumno estimará los costos de un proyecto de edificación industrial, a través de la aplicación de los aspectos constructivos.

**Contenido:**

1. Edificios industriales aplicados a la minería
2. Anteproyectos, topográficos, hidráulicos, techado, infraestructura, catálogo de albañilería, instalación sanitaria, acabados, costos aproximados

## 10 Concreto, componentes del concreto y características del concreto simple

**Objetivo:** El alumno identificará los diversos tipos de concreto en función de su resistencia para utilizarlo como elemento de construcción y soporte en las minas.

**Contenido:**

1. Definiciones, diversos tipos de concreto, requisitos físicos y químicos del cemento portland
2. Pruebas de resistencia
3. Datos de construcción
4. Agua, arena, grava, aditivos, pruebas de resistencia, revestimientos

## 11 Acero de refuerzo

**Objetivo:** El alumno distinguirá las características de los diferentes tipos de acero de refuerzo para aplicarlos en el diseño de los distintos tipos de armado.

**Contenido:**

1. Características del acero de refuerzo
2. Grados de acero
3. Fatigas
4. Dibujo estructural
5. Ejercicios

## 12 Cimbras

**Objetivo:** El alumno calculará diferentes tipos de elementos estructurales de concreto armado.

**Contenido:**

1. Criterios para el cálculo de cimbras, losas, trabes, columnas, zapatas
2. Croquis de cimbrado
3. Ejercicios

## 13 Vigas, losas y columnas de concreto

**Objetivo:** El alumno identificará los métodos de cálculo para el diseño de vigas, losas y columnas de concreto armado.

**Contenido:**

1. Análisis, consideraciones generales
2. Proyectos de vigas rectangulares por diferentes métodos; elásticos, plásticos, diseño al límite
3. Ejercicios vigas
4. Tipos de losas
5. Características estructurales
6. Losas armadas en un sentido
- 13.7 Losas apoyadas perimetralmente

8. Especificaciones vigentes
9. Ejercicios losas
10. Tipos de columnas
11. Especificaciones
12. Diseño al límite por tensión y compresión
13. Coeficientes de seguridad
14. Diagramas de interacción
15. Fallas
16. Ejercicios columnas

#### 14 Cimentación

**Objetivo:** El alumno conocerá los métodos de cálculo para el diseño de las cimentaciones de los equipos y las instalaciones en una mina.

**Contenido:**

1. Cimentación de maquinaria minero-metalúrgica
2. Anclajes
3. Nivelaciones
4. Ejercicios
5. Cimentación de edificios
6. Zapatas en muros, zapatas en columnas, anclaje
7. Croquis de armado
8. Ejercicios

#### Bibliografía básica

#### Temas para los que se recomienda:

BRAND, Louis

*Mecánica vectorial*

México

J. Wiley, 1971

DE BUEN LÓPEZ DE HEREDIA, Oscar

*Estructuras de acero, comportamiento y diseño*

México

Limusa, 1988

FERGUSON, M. Phil

*Teoría elemental del concreto reforzado*

México

Continental, 1961

FITZGERALD, R. w.

*Mecánica de materiales*

México

Alfaomega, 1988

MAMLOUK, M S.; Zaniewski, J P.,

*Materials for Civil and Construction Engineers*

3rd edition  
Upper Saddle River, New Jersey  
Prentice Hall, 2010

SAAD M., A.  
*Tratado de construcción*  
México  
Continental, 1984  
Vol. I y II

STALEY W, W.  
*Mine Plant Design*  
New York  
Mc. Graw Hill, 1948

TORRES H, Jaime  
*Mecánica aplicada y resistencia de materiales*  
México  
Facultad de Ingeniería - U.N.A.M

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

APUNTES, Facultad De Ingeniería  
*Introducción al proceso constructivo*  
México  
Departamento de Construcción, Facultad de Ingeniería, UNAM

MCORMAC, Jack C.  
*Análisis de estructuras*  
3a. edición  
México  
Harla-Harper and Row Latina, 1983

MELI PIRALLA, R.  
*Diseño estructural*  
México  
Limusa, 1989

PUBLICACIONES ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES  
*Agenda del constructor*  
México  
Publicaciones administrativas y contables, 2013

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**EXPLOTACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS**

**2701**

**7**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Fundamentos para la Explotación de Minas

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno clasificará los métodos subterráneos de explotación y analizará diversos criterios para su selección de acuerdo con las características propias del yacimiento y a diversos aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción a la explotación de minas subterráneas	6.0
2.	Métodos de explotación sin fortificación	12.0
3.	Métodos de explotación con fortificación	16.0
4.	Métodos de explotación por hundimiento	14.0
5.	Métodos subterráneos de explotación del carbón	8.0
6.	Métodos combinados y métodos especiales	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## **1 Introducción a la explotación de minas subterráneas**

**Objetivo:** El alumno clasificará los métodos subterráneos de minado y seleccionará los más adecuados a las características geológicas del yacimientos y a las condiciones particulares del entorno.

**Contenido:**

1. El arreglo general de la mina subterránea
2. Clasificación y selección de los métodos mineros de explotación subterránea.
3. Análisis y selección de los métodos mineros de explotación.

## **2 Métodos de explotación sin fortificación**

**Objetivo:** El alumno analizará los métodos de minado sin fortificación, las obras requeridas, los ciclos operativos y los equipos utilizados, con el fin de aplicarlos en el diseño de una operación minera.

**Contenido:**

1. Rebajes abiertos.
2. Tumba por subniveles.

## **3 Métodos de explotación con fortificación**

**Objetivo:** El alumno analizará los métodos de minado con fortificación, las obras requeridas, los ciclos operativos y los equipos utilizados, con el fin de aplicarlos en el diseño de una operación minera.

**Contenido:**

1. Tumba sobrecarga.
2. Corte y relleno.
3. Salones y pilares.

## **4 Métodos de explotación por hundimiento**

**Objetivo:** El alumno analizará los métodos de minado por hundimiento, las obras requeridas, los ciclos operativos y los equipos utilizados, con el fin de aplicarlos en el diseño de una operación minera.

**Contenido:**

1. Hundimiento por subniveles.
2. Hundimiento por bloques.
3. Frentes largas.

## **5 Métodos subterráneos de explotación del carbón**

**Objetivo:** El alumno aplicará los métodos de minado específicos para la explotación de yacimientos de carbón.

**Contenido:**

1. Método de salones y pilares
2. Método de frentes largas

## **6 Métodos combinados y métodos especiales**

**Objetivo:** El alumno identificará los métodos de minado combinados y los métodos especiales utilizados en la explotación de yacimientos minerales y analizará las condiciones para su aplicación.

**Contenido:**

1. Corte y relleno con pilares esbeltos.
2. Rebajes abiertos con relleno posterior.
3. Vetas angostas con autorrelleno
4. Recuperación de pilares de soporte.
5. Métodos especiales.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

CUMMNIS, B. A. Y Given, A.I.,  
*Mining Engineering Handbook. Vols. 1 y 2* Todos  
 Littleton, Colorado  
 Society of Mining Engineers of AIME, 1973

HARTMAN, H.I.  
*Mining Engineering Handbook* Todos  
 Littleton, Colorado  
 Society of Mining Engineers of AIME, 1992

HOWARD L. HARTMAN, Jan M. Mutmanský  
*Introductory Mining Engineering* Todos  
 Hoboken, New Jersey  
 John Wiley and Sons, 2002

LÓPEZ ABURTO, Víctor Manuel  
*Manual para la selección de métodos de explotación de minas* Todos  
 México  
 UNAM, Facultad de Ingeniería, 2005

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

BRADY, B. H. G. & Brown, E. T.,  
*Rock mechanics for Underground Mining* Todos  
 3ª edición  
 Dordrecht, Netherlands  
 Springer Netherlands 2006

GERTSCH, Richard E. & Bullock Richard L.  
*Techniques in Underground Mining* Todos  
 Littleton, Colorado  
 Society of Mining Engineers of AIME, 1998

HUSTRULID, William A. & Bullock, RICHARD, L.  
*Underground mining methods: Engineering fundamentals and international case studies* Englewood, Colorado Todos  
 Society for Mining, Metallurgy & Exploration, Inc, 2001

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Uso de software especializado	X
Uso de plataformas educativas	X

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	X
Prácticas de campo	X
Búsqueda especializada en internet	X
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GEOTECNIA DE EXCAVACIÓN**

**2088**

**7**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Mecánica de Rocas

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá los fundamentos teóricos y prácticos para analizar los campos de esfuerzos y deformaciones en un macizo rocoso antes, durante y después de efectuar una excavación superficial o subterránea.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	6.0
2.	Excavaciones subterráneas en roca	32.0
3.	Excavaciones a cielo abierto en roca	26.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

**1 Introducción**

**Objetivo:** El alumno conocerá los fundamentos teóricos más importantes de mecánica de rocas que se emplean en el diseño geotécnico de obras subterráneas y de excavaciones a cielo abierto.

**Contenido:**

1. Problemas geológicos de los macizos rocosos.
2. Características y propiedades mecánicas de las discontinuidades.
3. Metodología para el diseño geotécnico.

**2 Excavaciones subterráneas en roca**

**Objetivo:** El alumno conocerá las metodologías de la geotecnia para realizar un diseño práctico de obras subterráneas.

**Contenido:**

1. Análisis de información general para diseño.
2. Análisis de información geológica.
3. Propiedades mecánicas e hidráulicas para diseño.
4. Zonificación geomecánica del macizo rocoso.
5. Análisis de esfuerzos alrededor de la excavación.
6. Análisis de esfuerzos en pilares.
7. Análisis de carga de roca.
8. Estructural.
9. Plastificación de la roca.
10. Métodos empíricos.
11. Diseño de tratamientos de la roca para estabilización.
12. Drenaje, refuerzo y soporte de la roca.
13. Inyecciones de consolidación.
14. Otros tratamientos.
15. Instrumentación.
16. Procedimientos de excavación.

**3 Excavaciones a cielo abierto en roca**

**Objetivo:** El alumno conocerá la metodología para el diseño geotectónico de una excavación a cielo abierto y realizar un diseño de aplicación práctica.

**Contenido:**

1. Análisis de información general.
2. Análisis geológico y determinación del mecanismo de falla.
3. Propiedades mecánicas e hidráulicas para diseño.
4. Análisis de estabilidad.
5. Diseño de tratamientos para estabilización.
6. Procedimientos de excavación.

**Bibliografía básica**

BARTON, A.  
*Engineering Classification of Rock Masses for the Design of  
 Tunnel Support-*  
 Denver, 1979

**Temas para los que se recomienda:**

Todos

3d. Congress in RockMechanics

HOEK, E., BRAY, J.

*Rock Slope Engineering*

3

-

London, 1974

The Institution of Mining and Metallurgy

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO

*Construcciones en Roca*

Todos

-

México, 1965

Colegio de Ingenieros Civiles de México

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo o civil preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en proyectos de geotecnia de excavación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**PREPARACIÓN Y  
CONCENTRACIÓN DE MINERALES**

**2703**

**7**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Fundamentos de Metalurgia Extractiva

**Seriación obligatoria consecuente:** Hidro y Pirometalurgia

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los conceptos básicos de la metalurgia extractiva para el diseño y control de las operaciones de trituración, molienda, clasificación de minerales, así como de los diferentes métodos de concentración utilizados en los procesos de beneficio.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Trituración y molienda de minerales	16.0
2.	Clasificación	4.0
3.	Concentración por flotación	20.0
4.	Concentración gravimétrica	8.0
5.	Concentración magnética	6.0
6.	Separación sólido-líquido	4.0
7.	Integración de operaciones y diseño de circuitos	6.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

### 1 Trituración y molienda de minerales

**Objetivo:** El alumno examinará los principios básicos de la trituración y molienda para diseñar los procesos que permitan la liberación de los minerales de interés económico para su posterior concentración.

**Contenido:**

1. Leyes energéticas
2. Equipos de trituración, tipos, diferencias y características
3. Molienda, tipos, parámetros, capacidades
4. Ejercicios de laboratorio

### 2 Clasificación

**Objetivo:** El alumno considerará las teorías de asentamiento de partículas para diseñar los circuitos de clasificación de mineral que se utilizan en las diferentes etapas del proceso de beneficio.

**Contenido:**

1. Teorías más importantes del asentamiento de partículas
2. Clasificadores
3. Establecimiento de circuitos y selección de clasificadores

### 3 Concentración por flotación

**Objetivo:** El alumno identificará las diferencias en las propiedades superficiales de los minerales para aplicar un método de concentración por flotación y establecer los criterios de diseño de estos procesos.

**Contenido:**

1. Antecedentes, desarrollo e importancia del proceso de concentración por flotación
2. Principios teóricos de la flotación
3. Reactivos, tipos y sus propiedades
4. Tipos de flotación. Equipos utilizados
5. Circuitos de flotación
6. Ejercicios de laboratorio

### 4 Concentración gravimétrica

**Objetivo:** El alumno reconocerá la diferencia entre las densidades de los minerales para aplicar alguno de los métodos de concentración gravimétrica y establecer los criterios de diseño de estos procesos.

**Contenido:**

1. Fundamentos teóricos
2. Parámetros que intervienen en la separación gravimétrica
3. Clasificación de los métodos de concentración gravimétrica en función del tamaño de partícula
4. Principales equipos utilizados en la concentración gravimétrica
5. Criterios de selección de procesos y equipos
6. Ejercicios de laboratorio

### 5 Concentración magnética

**Objetivo:** El alumno reconocerá las diferencias en la susceptibilidad magnética de los minerales metálicos para aplicar alguno de los métodos de concentración magnética y establecer los criterios de diseño de estos procesos.

**Contenido:**

1. Principios teóricos
2. Propiedades magnéticas de los minerales
3. Distribución general de los minerales de acuerdo con sus propiedades magnéticas
4. Métodos de beneficio de acuerdo con las propiedades magnéticas de los minerales

5. Equipos utilizados y criterios de selección
6. Ejercicios de laboratorio

## 6 Separación sólido-líquido

**Objetivo:** El alumno distinguirá las diferentes propiedades físicas de las pulpas de mineral (agua y mineral) para el diseño de los procesos de sedimentación y filtración.

**Contenido:**

1. Asentamiento
2. Filtración
3. Secado

## 7 Integración de operaciones y diseño de circuitos

**Objetivo:** El alumno utilizará los conceptos básicos para diseñar y controlar un proceso de beneficio considerando los aspectos técnicos, operativos, de mantenimiento y económicos.

**Contenido:**

1. Balance metalúrgico
2. Equipos de medición y control
3. Diagramas de flujo y diseño de circuitos

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ANDREW L. MULAR, Doug N. Halbe, DEREK J. BARRAT,

*Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control*

*Proceedings* Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2002

Pruebas a nivel planta piloto

B.K. PAREKH ANDO J.D. MILLER

*Advances in Flotation Technology*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 1999

Fundamentales de la flotación

CYTEC

*Mining Chemicals Handbook*

Woodland Park, New Jersey

Cytec Industries Inc., 2010

Reactivos de flotación

JULIUS B. RUBINSTEIN

*Flotación en columna, procesos, diseños y prácticas*

Madrid

Editorial Rocas y Minerales, 1997

Diseño columnas de flotación

R.Q. HONAKER AND W.R. FORREST

*Advances in Gravity Concentration*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2003

Concentración gravimétrica

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

K.V.S. SASTRY

*Column flotation* 88

Phoenix, Arizona

International Symposium on Column Flotation; SME Annual Meeting, 1998

Modelos matemáticos-simulación

MAURICE C. FUERSTENAU AND KENNETH N. HAN

*Principles of Mineral Processing*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 2003

Métodos de concentración

RAJ K. RAJAMANI AND JOHN A. HERBST

*Control 90-Mineral and Metallurgical Processing*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 1990

Modelos matemáticos-simulación

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GEOESTADÍSTICA**

**1584**

**7**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá las bases de la geoestadística para su empleo en las ciencias de la Tierra.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Breve repaso de probabilidad/estadística	10.0
2.	Análisis exploratorio	12.0
3.	Modelación de la correlación espacial	14.0
4.	Estimación espacial	14.0
5.	Simulación	14.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Breve repaso de probabilidad/estadística

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia del análisis estadístico exploratorio y de los datos previos al análisis espacial.

**Contenido:**

1. Introducción: experimentos, probabilidad, variables aleatorias.
2. Distribución conjunta de variables aleatorias.
3. Momentos estadísticos.
4. Funciones de variables aleatorias.

## 2 Análisis exploratorio

**Objetivo:** El alumno utilizará las herramientas de geoestadística para modelar la correlación espacial a través del variograma y la covarianza.

**Contenido:**

1. Distribución experimental.
2. Transformaciones y valores anómalos.
3. Normalidad e independencia.
4. Estructura espacial.
5. Variograma experimental.
6. Ejemplos.

## 3 Modelación de la correlación espacial

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos geoestadísticos para la estimación espacial a través del krigado y cokrigado de variables aleatorias con correlación espacial.

**Contenido:**

1. Modelos teóricos del variograma.
2. Ajuste del variograma.
3. Residuales.
4. Validación del modelo.
5. Múltiples variables.
6. Ejemplos.

## 4 Estimación espacial

**Objetivo:** El alumno comprenderá los fundamentos de la modelación de la variabilidad espacial a través de algoritmos de simulación de variables aleatorias con correlación espacial.

**Contenido:**

1. Krigado simple.
2. Krigado ordinario.
3. Krigado universal.
4. Cokrigado.
5. Ejemplos.

## 5 Simulación

**Objetivo:** El alumno distinguirá los diferentes métodos de simulación geoestadística y su aplicación con ejemplos prácticos.

**Contenido:**

1. Diferencias con la estimación (krigado).
2. Simulación no condicionada y condicionada.

3. Algunos métodos de simulación: LU, secuencial Gaussiana, simulated annealing y bandas rotantes.
4. Ejemplos.

---



---

**Bibliografía básica**
**Temas para los que se recomienda:**

O. LEUANGTHONG, K. D. Khan Y C. V. Deutsch

*Solved Problems in Geostatistics*

New Jersey, 2011

Wiley-Interscience

Todos

P. K. KITANIDIS

*Introduction to Geostatistics: Applications in Hydrogeology*

Cambridge, 1997

Cambridge University Press

1

R. S. BIVAND, E. J. Pebesma Y V. Gómez-rubio

*Applied Spatial Data Analysis with R*

Washington, 2008

Springer

3, 4,5

R. WEBSTER Y M. A. OLIVER

*Geostatistics for Environmental Scientists*

Edition

2007

John Wiley & Sons Ltd

Todos

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

C. V. DEUTSCH Y A. JOURNAL, Gslib

*Geostatistical Software Library and Users Guide*

2nd edition

New York, 1997

Oxford University Press

3, 4,5

E. H. ISAACS Y R. M. SRIVASTAVA

*Applied Geostatistics*

Oxford, 1997

Oxford University Press

Todos

H. WACKERNAGEL

*Multivariate Geostatistics*

3rd edition

Berlin, 2011

Springer

Todos

J.-P. CHILÈS Y P. DELFINER, Geostatistics

*Modeling Spatial Uncertainty*

3

New Jersey, 1999.

Wiley

N. REMY, A. Boucher Y J. Wu

*Applied Geostatistics with SGeMS: A Users Guide*

Todos

Cambridge, 2011

Cambridge University Press

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero en alguna área de las ciencias de la Tierra o profesionistas del área de las físico-matemáticas, preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en la aplicación de la geostatística en alguna área de las ciencias de la Tierra.

## **SEMINARIO OPTATIVO SOCIO-HUMANÍSTICO**

## **OCTAVO SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

GESTIÓN AMBIENTAL EN MINERÍA

2809

8

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:**

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las afectaciones ambientales que se pueden originar en operaciones minero-metalúrgicas y su influencia en el bienestar social de las comunidades cercanas para que diseñe y aplique las medidas de prevención, control y remediación, necesarias para asegurar la sustentabilidad.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos básicos	10.0
2.	Minería y el desarrollo sustentable	8.0
3.	Legislación ambiental en México	12.0
4.	Gestión ambiental	14.0
5.	Afectaciones producidas por la actividad minera	12.0
6.	Afectaciones ambientales por la actividad metalúrgica	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Conceptos básicos

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos para identificar los problemas ambientales ocasionados por los procesos de contaminación, alteración de los ecosistemas y la sobre explotación de recursos naturales.

**Contenido:**

1. Ambiente y ecosistema
2. Afectación natural y antropogénica
3. Contaminación y contaminante
4. Concepto de riesgo
5. Contaminantes del aire, agua y suelo
6. Residuos sólidos

## 2 Minería y el desarrollo sustentable

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de desarrollo sustentable para aplicar los principios de la sustentabilidad en el desarrollo de las actividades mineras y metalúrgicas.

**Contenido:**

1. Concepto de desarrollo sustentable
2. La minería como actividad económica
3. La importancia de la protección ambiental
4. La sociedad como entorno de la actividad minera
5. Programas de desarrollo social

## 3 Legislación ambiental en México

**Objetivo:** El alumno analizará el marco normativo en México en materia de protección ambiental y lo aplicará en el diseño, planeación y desarrollo de las operaciones minero-metalúrgicas.

**Contenido:**

1. Instituciones responsables de la protección ambiental
2. Estructura jurídica: leyes, reglamentos y normas
3. Política ambiental en México
4. Marco jurídico en materia de minería
5. Normas oficiales mexicanas aplicables a la actividad minera

## 4 Gestión ambiental

**Objetivo:** El alumno aplicará los diversos instrumentos de gestión ambiental desde la planeación misma de las actividades y el control de los procesos.

**Contenido:**

1. La evaluación del impacto ambiental
2. Los instrumentos de gestión ambiental (IP, MIA, AA, ELB, etc.)
3. Aplicación de los instrumentos de gestión
4. Medidas de prevención y control

## 5 Afectaciones producidas por la actividad minera

**Objetivo:** El alumno analizará las afectaciones ambientales que se producen en las diversas operaciones mineras para aplicar las medidas de prevención, control y remediación, necesarias.

**Contenido:**

1. Afectación de la minería a cielo abierto
2. La minería subterránea y su afectación a los acuíferos
3. Manejo y disposición de residuos mineros

4. Generación de drenaje ácido
5. Generación de gases y polvos
6. Residuos sólidos y aguas residuales

## 6 Afectaciones ambientales por la actividad metalúrgica

**Objetivo:** El alumno analizará las afectaciones ambientales que se producen en las diversas operaciones metalúrgicas para aplicar las medidas de prevención, control y remediación, necesarias.

**Contenido:**

1. El consumo de agua en los procesos de beneficio
2. Uso de reactivos y sus implicaciones
3. Los procesos de lixiviación y su control
4. Residuos producidos en los procesos de fundición
5. Residuos producidos en los procesos hidro-electro metalúrgicos

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BILL, T.Ray. <i>Environmental Engineering</i> Oregon PWS, 1995	Todos
GLYNN, Henry Y J.gary W, HEINKE, <i>Environmental Science and Engineering</i> 2nd edition Upper Saddle River, N.J Prentice Hall, 1996	Todos
JORGENSEN, S.e. Y Johnsen I. <i>Principles of Environmental Science and Technology</i> 2nd edition Amsterdam Elsevier, 1989	Todos
MASTERS, Gilbert M. Ela, WENDELL., <i>Introduction to Environmental Engineering and Science</i> 3rd edition London Pearson international, 2008	Todos
POLING, George W. <i>Underwater Tailing Placement at Island Copper Mine : a Success Story</i> Littleton, Colorado Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2002.	
R. W. ANDREW Y JULIEM. <i>Environmental Science: The Natural Environmental and Human Impact</i> 2nd edition	Todos

Harlow, London  
Prentice Hall, 2000.

SENGUPTA, M.

*Environmental Impacts of Mining: Monitoring, Restoration  
and Control* Boca Raton, FL

Todos

Lewis Publishers, 1993.

SPITZ, Karlheinz

*Mining and the Environment : from Ore to Metal*

London

Taylor & Francis, 2008

### **Bibliografía complementaria**

### **Temas para los que se recomienda:**

F.M. DOYLE

*Mining and Mineral Processing Wastes*

Littleton, Colorado

AIME/SME, 1990

Todos

HUTCHISON, Ian Y Ellison Richard

*Mine Waste Management*

Chelsea, Michigan

Lewis Publishers, 1992

Todos

KESLER, Stephen E.

*Mineral Resources, Economics and Environment*

New York

Maxwell Macmillan International, 1994.

Todos

LOTTERMOSER, Bernd G

*Mine wastes : Characterization, Treatment and Environmental*

*Impacts* 3rd edition

New York

Springer, c2010.

Todos

### **Referencias de internet**

MINING MEDIA

*Engineering and Mining Journal*

2013

en : <http://www.e-mj.com/>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

*Revista Internacional de Contaminación Ambiental*

2013

en : <http://www.redalyc.org/revista.oa?id=370>

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

EXPLORACIÓN DE MINAS  
A CIELO ABIERTO

2808

8

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Fundamentos para la Explotación de Minas

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los métodos de explotación a cielo abierto, así como los elementos básicos de la modelación, para aplicarlos en el diseño y planeación de una operación de este tipo, considerando diversos aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Métodos de explotación	8.0
3.	Modelación	12.0
4.	Aspectos económicos	12.0
5.	Diseño de operación a cielo abierto (Aspectos de operación)	10.0
6.	Programación del ritmo de explotación	10.0
7.	Planeación de operaciones mineras	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

**1 Introducción**

**Objetivo:** El alumno comprenderá los diversos elementos que componen a un método de explotación a cielo abierto para analizarlo como un sistema integrado.

**Contenido:**

1. Elementos del sistema
2. Definición de sistema
3. La seguridad y la economía como fundamentos del sistema
4. El medioambiente

**2 Métodos de explotación**

**Objetivo:** El alumno analizará las características básicas de los diferentes métodos de minado para aplicarlos de acuerdo con las condiciones del yacimiento.

**Contenido:**

1. Características básicas de los métodos de explotación a tajo abierto.
2. Explotación con bancos
3. Explotación por franjas
4. Minería de contorno
5. Explotación de bloques dimensionables
6. Explotación por dragado
7. Explotación con monitores hidráulicos
8. Visita técnica a una unidad minera

**3 Modelación**

**Objetivo:** El alumno construirá un modelo que permita el diseño de una mina a cielo abierto, con base en la discusión de las metodologías utilizadas para modelar.

**Contenido:**

1. Definición de un modelo
2. Tipo y características de los modelos: semántico, icónicos, analógicos, simbólico o matemáticos
3. Elementos para la construcción de un modelo
4. Construcción del modelo de un yacimiento mineral

**4 Aspectos económicos**

**Objetivo:** El alumno diferenciará los aspectos económicos relacionados con la calidad del yacimiento mineral, y su extracción, para aplicarlos en el diseño de la mina y en la planeación de las operaciones.

**Contenido:**

1. Reservas
2. Leyes y contenidos: ley promedio, de corte, marginal, equivalente
3. Relación de descapote y punto de equilibrio
4. Límite final del tajo
5. Técnicas para diseñar el cono del tajo

**5 Diseño de operación a cielo abierto (Aspectos de operación)**

**Objetivo:** El alumno diseñará diferentes elementos relacionados con la operación de una mina a cielo abierto.

**Contenido:**

1. Diseño y construcción de caminos
2. Diseño de taludes
3. Drenaje del agua, superficial y subterránea

#### 5.4 Diseño de plantillas de barrenación y voladuras

### 6 Programación del ritmo de explotación

**Objetivo:** El alumno analizará los aspectos técnicos, operativos y económicos para determinar el ritmo de producción en una mina a cielo abierto.

**Contenido:**

1. Movimientos de tierras: definición
2. Equipos disponibles
3. Parámetros para el análisis
4. Criterios para la selección de equipos
5. Ciclos de trabajo, tiempos y capacidad

### 7 Planeación de operaciones mineras

**Objetivo:** El alumno aplicará las metodologías y herramientas para hacer la planeación de la construcción de la mina, las operaciones y la producción.

**Contenido:**

1. Herramientas de programación
2. Diagramas de Gantt
3. Redes
4. Diagramas de flujo
5. Diagrama de flujo Funcional

#### Bibliografía básica

#### Temas para los que se recomienda:

CZAPLICKI, Jacek M.

*Shovel-Truck Systems: Modelling, Analysis and Calculations*

Balkema

CRC Press, 2009

Diseño de operación

HUSTRULID, W., KUCHTA, M., RANDALL K. MARTIN,

*Open Pit Mine. Planning & Design. Volume 1 y 2 Fundamentals*

3rd edition

London

CRC Press, 2013

Varios

IAN C. RUNGE

*Mining Economics and Strategy*

Englewood, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 1998

Planeación de operaciones

KENNEDY, B. a.

*Surface Mining*

Baltimore

SME-AIME, 1990

Varios

PFLEIDER, Eugene P.

*Surface Mining*

Varios

New York  
EMudd Series Society of Mining Engineers of AIME, 1972

STERMOL, Franklin J.  
*Economic Evaluation and Investment Decision Methods*  
Golden Colorado  
Editorial Investment Evaluation Corporation, 1996

Aspectoseconómicos

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

BRAWNER, C.o.  
*Stability in Surface Mining*  
New York  
Society of Mining Engineers of AIME, 1983

Diseño de operación

HARTMAN, H.I.  
*Mining Engineering Handbook*  
Englewood, Colorado  
Society of Mining Engineers of AIME, 1992

KIRSHENBAUM, N., ARGALL, G.  
*Mineral Transportation Vols. I y II*  
San Francisco, California  
Miller Freeman Publications, 1978

Ritmo de explotación

READ, John, STACEY, Peter  
*Guidelines for Open Pit Slope Design*  
Collingwood, Victoria, Australia  
CRC Press, 2009

Publicaciones Periódicas

<http://www.e-mj.com/>

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**INSTALACIONES MINERO-METALÚRGICAS**

**1939**

**8**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno utilizará los conocimientos adquiridos sobre las características de los materiales y los procedimientos de construcción para diseñar las instalaciones requeridas en las operaciones mineras tales como estructuras para manto, estructuras de soporte, tolvas de almacenamiento y obras hidráulicas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Cálculo y diseño del equipo de extracción de un tiro	14.0
3.	Horcas y estructuras conexas	12.0
4.	Tolvas	10.0
5.	Edificios anexos a las unidades minero-metalúrgicas	12.0
6.	Abastecimiento de agua y drenaje para unidades minero-metalúrgicas	14.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno identificará las principales instalaciones que se requieren en una operación minera para garantizar el buen desarrollo de las actividades productivas.

**Contenido:**

1. Instalaciones industriales
2. Oficinas y zonas habitacionales
3. Cimentaciones para equipos
4. Elementos estructurales

## 2 Cálculo y diseño del equipo de extracción de un tiro

**Objetivo:** El alumno calculará y diseñará las estructuras requeridas en el equipamiento de un tiro.

**Contenido:**

1. Diseño y cálculo del cabe de extracción de un tiro.
2. Descripción de malacates comunes y de fricción.
3. Cálculo de las dimensiones y de la potencia del motor del malacate.
4. Ejercicios.

## 3 Horcas y estructuras conexas

**Objetivo:** El alumno determinará los elementos estructurales de una horca para su cálculo y diseño.

**Contenido:**

1. Elaboración de planos a escala apropiados.
2. Selección del castillo (horca) de un tiro.
3. Armaduras metálicas y de madera.
4. Estimación de cargas sobre la horca.
5. Cálculo analítico y gráfica de los esfuerzos generados por las cargas.
6. Diseño de miembros, apoyos, juntas y armaduras de los edificios conexas.

## 4 Tolvas

**Objetivo:** El alumno calculará y diseñará las tolvas de almacenamiento de mineral requeridas en la mina y en las plantas de beneficio.

**Contenido:**

1. Determinación del volumen de almacenamiento
2. Cálculo de tolvas de gruesos y finos
3. Especificaciones
4. Ejercicios

## 5 Edificios anexos a las unidades minero-metalúrgicas

**Objetivo:** El alumno considerará los conocimientos adquiridos sobre concreto y acero para diseñar los edificios y las cimentaciones requeridas en las áreas industriales, habitacionales y de servicios.

**Contenido:**

1. Estimaciones de los requisitos y necesidades de instalaciones anexas.
2. Oficinas, almacenes, talleres, laboratorios, polvorines, centros de cómputo y otros.
3. Requerimientos de casas-habitación, escuelas, áreas verdes, instalaciones deportivas, zonas de culto.
4. Ejercicios.

## 6 Abastecimiento de agua y drenaje para unidades minero-metalúrgicas

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos básicos de hidráulica para el diseño de los sistemas de

abastecimiento de agua y drenaje requeridos en las unidades mineras.

**Contenido:**

1. Estimación de gasto de agua requerido a nivel industrial y de agua potable.
2. Características del agua potable.
3. Contaminación de corrientes.
4. Reglamentos.
5. Obras de captación: pozos, arroyos, lagos.
6. Tuberías, tanques de almacenamiento, red de distribución y accesorios.
7. Ingeniería sanitaria para la unidad minero-metalúrgica.
8. Red de drenaje y fosas sépticas.
9. Plantas de tratamiento de efluentes.

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS

*Geo-Engineering for Underground Facilities*

Reston, Virginia

American Society of Civil Engineers, 1999

ARAUJO M.J.

*Diseño de instalaciones mineras*

Hermosillo, Sonora

UNISON, Depto. de Minas, 2002

Todos

CUMMINS B., Arthur, GIVEN A., Ivan (EDITORS)

*Mining Engineering Handbook Vols. I y II*

New York

Mudd Series SME-AIME

Varios

PUBLICACIONES ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES, S.a.

*Agenda del Constructor*

México

Publicaciones Administrativas y Contables, S.A., 1994

Varios

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

LIBRO DE APUNTES

*Normas de Proyecto-Obras de Alcantarillado Sanitario en*

*Localidades Urbanas de la República Mexicana* México

Facultad de Ingeniería. UNAM, 1985

Varios

SAHOP-UNAM, Facultad De Ingeniería

*Elaboración de Proyectos de Ingeniería de Sistemas de Agua*

*Potable y Alcantarillado - Guía General* México

SAHOP-UNAM, Facultad de Ingeniería

Varios

W.W. STALEY

*Mine Plant Design*

New York

McGraw-Hill BookCo.

Varios

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**HIDRO Y PIROMETALURGIA**

**2810**

**8**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Preparación y Concentración de Minerales

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno identificará los conceptos teóricos de la metalurgia extractiva para su aplicación en los procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos utilizados en el procesamiento de minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Medidores de temperatura y presión, materiales refractarios, fundentes y escorias	6.0
2.	Reactores y estructura de procesos pirometalúrgicos	7.0
3.	Pirometalurgia del plomo	6.0
4.	Pirometalurgia del cobre	7.0
5.	Siderurgia	6.0
6.	Lixiviación, purificación y concentración de soluciones	7.0
7.	Métodos de precipitación de iones en solución	6.0
8.	Hidrometalurgia del cobre	7.0
9.	Hidrometalurgia del zinc	6.0
10.	Hidrometalurgia del oro y de la plata	6.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

### 1 Medidores de temperatura y presión, materiales refractarios, fundentes y escorias

**Objetivo:** El alumno describirá la estructura, composición, utilidad y función de los refractarios, fundentes y escorias, así como los instrumentos de medición, para aplicarlos en los procesos pirometalúrgicos.

**Contenido:**

1. Principios físicos utilizados en la medición de temperatura y presión
2. Termómetros, termopares, pirómetros y conos pirométricos
3. Manómetros
4. Composición y estructura de los refractarios, fundentes y escorias
5. Utilidad y función de los refractarios, fundentes y escorias

### 2 Reactores y estructura de procesos pirometalúrgicos

**Objetivo:** El alumno indicará los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de reactores para integrarlos en las operaciones pirometalúrgicas de tostación, fusión a mata (o reducción), conversión y refinación.

**Contenido:**

1. Hornos, clasificación y descripción
2. Características de los hornos más comunes
3. Cálculo de hornos
4. Convertidores, clasificación y descripción
5. Equipos de control e impacto ambiental
6. Aspectos teóricos de las operaciones de tostación, fusión a mata (o reducción), conversión y refinación
7. Integración de las operaciones en un proceso particular

### 3 Pirometalurgia del plomo

**Objetivo:** El alumno distinguirá los procesos de extracción del plomo para emplearlos en el tratamiento de minerales de acuerdo con sus características particulares.

**Contenido:**

1. Minerales más importantes en los concentrados de Pb.
2. Grados de pureza del Pb y aplicaciones (del metal, aleaciones y compuestos).
3. Fórmula general para la compra de concentrados.
4. Tostación, tipos de tostación y equipo.
5. Reducción y sus productos.
6. Procesos continuos: QSL, KIVCET, TBRC, etc.
7. Piro-refinación.
8. Refinación electrolítica.

### 4 Pirometalurgia del cobre

**Objetivo:** El alumno indicará los procesos de extracción del cobre para emplearlos en el tratamiento de minerales de acuerdo con sus características particulares.

**Contenido:**

1. Minerales más importantes de los concentrados de Cu.
2. Aplicaciones y usos del metal y aleaciones.
3. Fórmula general para la compra de concentrados.
4. Tostación parcial oxidante; fusión y conversión de mata.
5. Métodos continuos que involucran tostación oxidante parcial, fusión y conversión de mata.
6. Piro-refinación.
7. Refinación electrolítica.
8. Cálculos técnicos (voltaje, consumo energético, eficiencia de corriente, etc.) de la refinación

electrolítica.

## 5 Siderurgia

**Objetivo:** El alumno explicará los procesos de aglomeración, reducción y refinación para resolver necesidades en el proceso de recuperación de minerales de hierro.

**Contenido:**

1. Minerales más importantes en los concentrados de Fe
2. Reducción carbotérmica.
3. Reducción directa.
4. Piro-refinación.

## 6 Lixiviación, purificación y concentración de soluciones

**Objetivo:** El alumno analizará los conceptos teóricos relacionados con la lixiviación de minerales (o concentrados) para resolver problemas de aplicación en los procesos hidrometalúrgicos.

**Contenido:**

1. Definición de lixiviación; tipos y criterios de selección.
2. Fisicoquímica de la lixiviación.
3. Equipos de lixiviación.
4. Lixiviación a presión y temperatura elevadas.
5. Operaciones para purificar soluciones (clarificación, desaireación, precipitación química y electroquímica).
6. Operaciones para concentrar soluciones (intercambio iónico (con resinas o solventes) y adsorción de iones sobre carbón activado).

## 7 Métodos de precipitación de iones en solución

**Objetivo:** El alumno examinará los conceptos teóricos sobre la precipitación de iones en solución para la recuperación de metales o compuestos en los procesos hidrometalúrgicos.

**Contenido:**

1. Descripción y propósito de la precipitación de valores desde las soluciones de lixiviación.
2. Precipitación física y química de compuestos químicos.
3. Precipitación de metales (reducción de iones al estado elemental).
4. Reducción y refinación electrolítica.
5. Reducción por cementación.
6. Reducción por insuflación con gases.

## 8 Hidrometalurgia del cobre

**Objetivo:** El alumno indicará los procesos hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos para emplearlos en un proceso de recuperación de cobre.

**Contenido:**

1. Operaciones de lixiviación para cobre (aspectos teórico-técnicos).
2. Operaciones de purificación-concentración de soluciones cupríferas (aspectos teórico-técnicos).
3. Reducción y refinación electrolítica del cobre (aspectos teórico-técnicos).
4. Criterios de selección de procesos hidrometalúrgicos.

## 9 Hidrometalurgia del zinc

**Objetivo:** El alumno distinguirá los procesos hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos para emplearlos en un proceso de recuperación de zinc.

**Contenido:**

1. Composición y calidad de concentrados de zinc.
2. Características técnicas de la aglomeración y tostación.
3. Fisicoquímica de la tostación en lecho fluidizado.
4. Aspectos técnicos de la producción de ácido sulfúrico y sulfato de amonio para aprovechar el SO<sub>2</sub> de la tostación.
5. Aspectos teórico-técnicos de las operaciones de: lixiviación de calcina (con ácido sulfúrico) y purificación de soluciones.
6. Características que deben reunir las soluciones de sulfato de zinc purificadas.
7. Aspectos teórico-técnicos de la electrólisis de la solución de sulfato de zinc.
8. Propiedades del zinc electrolítico.

## 10 Hidrometalurgia del oro y de la plata

**Objetivo:** El alumno explicará los procesos hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos para resolver necesidades en el proceso de recuperación de oro y plata.

**Contenido:**

1. Características de los minerales o concentrados susceptibles de cianurarse.
2. Aspectos teórico-técnicos de los diferentes tipos de cianuración (dinámica, estática y en autoclave).
3. Purificación y/o concentración de soluciones de cianuración.
4. Precipitación de valores de las soluciones de cianuración.
5. Tratamiento físico y químico de precipitados.
6. Fundición -a Doré- de precipitados.
7. Refinación química y electroquímica de Doré.
8. Aspectos ambientales del impacto de los procesos piro e hidrometalúrgicos y sus medidas correctivas.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BISWAS, A.k., DAVENPORT W.G.,

*Metalurgia extractiva del cobre*

4a edición

Kidlington, Oxford

Pergamon, 2002

Metalurgia del cobre

GARRELS, R.m, CHRIST, C.

*Solutions Minerals and Equilibria*

Boston.

Jones & Bartlett Publishers, 1990

Varios

GASKELL, D.r.

*Introduction to Metallurgical Thermodynamics*

New York.

Hemisphere Pub. Co. McGraw Hill, 1973

Varios

GILL, C.B

*Non Ferrous Extractive Metallurgy*

New York.

John Wiley & Sons, 1980

Metalurgia del hierro

HABASHI,F.

*Hydrometallurgy: Theory and Practice*

New York.

Gordon and Breach, 1994

Hidrometalurgia

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

BOGDANDY,L.V., Engell J.

*The Reduction of Iron ores*

Berlin

Springer Verlag, 1971

Metalurgia ferrosa

FONSECA V.J. ETAL

*Aspectos importantes de la metalurgia noferrosa*

México

Unidad de Metalurgia no Ferrosa del INVESTAVIPN

Metalurgia noferrosa

JHA, M.c. EtAl.

*Precious Metals 89*

Las Vegas, Nevada

Proceedings of an international symposium TMS, 1989

Metales preciosos

MCQUISTON, F., SHOMAKER,R.s.

*Gold and Silver Cyanidation Plant Practice*

Baltimore.

Society of Mining Engineers of AIME, 1981

Metales preciosos

UGARTE,A.g

*Curso de Lixiviación*

San Luis Potosí. México

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 1984

Lixiviación

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ÉTICA PROFESIONAL

1052

8

6

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES

ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 2.0

Prácticas 2.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 32.0

Prácticas 32.0

Total 64.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno fortalecerá su vocación humana y profesional, en un marco de dignidad, cumplimiento del deber y aplicación consciente de su libertad, entendiendo la responsabilidad social como guía básica en el ejercicio ético de su profesión. En la parte teórica el estudiante conocerá el marco filosófico conceptual y adquirirá los elementos de contexto sobre los problemas éticos de la sociedad contemporánea y los del ejercicio profesional de la ingeniería. En la parte práctica, analizará casos éticos paradigmáticos del ejercicio de su profesión.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Filosofía, ética y moral: marco conceptual	8.0
2.	Problemas éticos de la sociedad contemporánea	4.0
3.	Axiología en la ingeniería	4.0
4.	Deontología en la ingeniería	5.0
5.	Conciencia crítica y responsabilidad social	5.0
6.	La ética profesional del ingeniero en la sociedad del conocimiento	6.0
		32.0
	Actividades prácticas (Estudio y presentación de casos para cada tema del curso)	32.0
	Total	64.0

## 1 Filosofía, ética y moral: marco conceptual

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos fundamentales de la ética para el ejercicio profesional.

**Contenido:**

1. Conceptos fundamentales y aspectos históricos de la filosofía y la ética.
2. La moral como objeto de estudio de la ética.
3. Responsabilidad y juicio moral.
4. Ética y sociedad.
5. Estudio y presentación de casos.

## 2 Problemas éticos de la sociedad contemporánea

**Objetivo:** El alumno analizará los problemas de su entorno profesional desde un punto de vista ético.

**Contenido:**

1. Características de la sociedad globalizada en México.
2. La industria y los servicios.
3. La problemática de la innovación tecnológica.
4. La formación del ingeniero.
5. Los grandes vicios de la sociedad contemporánea: la corrupción, la codicia, el individualismo exacerbado, etc.
6. Estudio y presentación de casos.

## 3 Axiología en la ingeniería

**Objetivo:** El alumno entenderá la importancia de los valores en su vida personal y profesional, así como el impacto de estos en el entorno social.

**Contenido:**

1. La axiología como disciplina de la ética: etimología, objeto de estudio, naturaleza de los valores.
2. Función de los valores.
3. Rasgos de los valores.
4. Clases de valores: morales, económicos, religiosos, empresariales, etc.
5. Valores y desarrollo tecnológico.
6. Valores en la empresa moderna y su impacto en la sociedad.
7. Valores del profesional en ingeniería.
8. Estudio y presentación de casos.

## 4 Deontología en la ingeniería

**Objetivo:** El alumno valorará la importancia del código de ética como marco normativo y moral del comportamiento del profesional de la ingeniería.

**Contenido:**

1. Ética, trabajo y profesión.
2. Instituciones y sociedades profesionales que regulan la actividad profesional.
3. Códigos de ética: rasgos fundamentales y beneficios de su aplicación.
4. Código deontológico del profesional de ingeniería.
5. Código deontológico de la empresa, cámaras industriales, asociaciones profesionales, autoridades gubernamentales y organizaciones sindicales.
6. Recomendaciones deontológicas de los organismos internacionales relacionados con la industria y el quehacer del ingeniero.
7. Estudio y presentación de casos.

## 5 Conciencia crítica y responsabilidad social

**Objetivo:** El alumno reflexionará sobre la libertad y los rasgos fundamentales de la conciencia crítica, y sus efectos en la práctica de la responsabilidad social.

**Contenido:**

1. Libertad, conciencia ética y responsabilidad.
2. Rasgos fundamentales de la conciencia crítica: autarquía, autonomía, asertividad, creatividad, tolerancia, etc.
3. Sociedad y derechos humanos.
4. Responsabilidad social en el ejercicio profesional de la ingeniería: aplicaciones tecnológicas, implantación de industrias, impacto ambiental, actividades académicas y de investigación, etc.
5. Normas internacionales que regulan la responsabilidad social y su aplicación en la ingeniería.
6. Estudio y presentación de casos.

## 6 La ética profesional del ingeniero en la sociedad del conocimiento

**Objetivo:** El alumno identificará los requerimientos para el desarrollo de la comunidad hacia la sociedad del conocimiento y sus implicaciones éticas.

**Contenido:**

1. Conceptualización de la sociedad del conocimiento
2. La necesidad de una ética en la concepción de la sociedad del conocimiento
3. El rol del ingeniero en la sociedad del conocimiento
4. Estudio y presentación de casos.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ARANGUREN, José Luis

*Ética*

1,2

Madrid

Alianza, 1985

ARISTÓTELES

*Ética a Nicómaco*

1

México

Porrúa, 1993

BAUMAN, Zygmunt

*Ética posmoderna*

1,2

México

Siglo XXI Editores, 2006

BEUCHOT, Mauricio

*Ética*

1,2

México

Editorial Torres Asociados, 2004

BILBENY, Norbert

*La revolución en la ética. Hábitos y creencias en la*

2,6

*sociedad digital* Barcelona

Anagrama, 1997

(Colección Argumentos)

BINDÉ, Jérôme

*¿Hacia dónde se dirigen los valores? Coloquios del siglo XXI*

3

México

FCE, 2006

BLACKBURN, Pierre

*La Ética. Fundamentos y problemáticas contemporáneas*

1,2

México

FCE, 2006

CAMPS, V., GUARIGLIA, Osvaldo, SALMERÓN, Frenando

*Concepciones de la ética*

1,2

Madrid

Rotta-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2004

CAMPS, V., GINER, Salvador

*Manual de civismo*

4,5,6

Barcelona

Editorial Ariel, 2001

CARVAJAL, Cuautémoc, CHÁVEZ, Ezequiel

*Ética para ingenieros*

Todos

México

Patria, 2008

CORTINA, Adela

*Ética sin moral*

5,6

Madrid

Editorial Tecnos, 2007

CORTINA, Adela

*Ética aplicada y democracia radical*

5

Madrid

Editorial Tecnos, 2001

DE LA ISLA, Carlos

*Ética y empresa*

3,4,5,6

México

FCE-ITAM-USEM, 2000

DEBELJUH, Patricia

*Ética empresarial en el núcleo de la estrategia corporativa*

3,4,5,6

Argentina

Cengage Learning, 2009

ESCOLÁ, Rafael Y José Ignacio Murillo <i>Ética para ingenieros</i> Navarra EUNSA, 2000	Todos
GONZÁLEZ, Juliana <i>El ethos, destino del hombre</i> México UNAM-FCE, 1996	1,2
GONZÁLEZ, Juliana <i>Ética y libertad</i> México UNAM-FFyL, 1989	Todos
HARTMAN, Nicolai <i>Ética</i> Madrid Encuentro, 2011	1,3,4
HERNÁNDEZ B., Alberto <i>Ética actual y profesional</i> México Cengage Learning Editores, 2007	2,3,4,5,6
JONAS, Hans <i>El principio de responsabilidad</i> Barcelona Herder, 1995	5,6
MARTIN, Mike, ROLAN, Schinzinger <i>Ethics in Engineering</i> México McGraw-Hill, 1996	3,4,5,6
RESÉNDIZ NÚÑEZ, Daniel <i>El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo se transforma el mundo</i> México FCE, 2008.	Todos

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

FRONDIZI, Risiere <i>¿Qué son los valores?</i> México	3
---	---

FCE, 1994	
GÉLINER, Octave	
<i>Ética de los negocios</i>	3,4,6
México	
Limusa, 2000	
LLANO CIFUENTES, Carlos	
<i>Dilemas éticos de la empresa contemporánea</i>	3,4,5,6
México	
FCE, 1997	
MARTÍNEZ NAVARRO, Emilio	
<i>Ética para el desarrollo de los pueblos</i>	3
España	
Trotta, 2000	
PLATTS, Mark	
<i>Dilemas éticos</i>	2,3,5
México	
FCE-UNAM, 1997	
RACHELS, James	
<i>Introducción a la filosofía moral</i>	5
México	
FCE, 2007	
ROJAS MONTES, Enrique	
<i>El hombre light</i>	5
Madrid	
Temas de Hoy, 2000	
TREVIJANO ETCHEVERRÍA, Manuel	
<i>¿Qué es la bioética?</i>	5
Salamanca	
Colección Nueva Alianza, 1999	

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	X
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	X
Uso de redes sociales con fines académicos	X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	

Participación en clase	
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Filosofía, ingeniería

Otras profesiones afines (Pedagogía, Psicología, Sociología)

Experiencia profesional: En el caso de ingeniería y de otras profesiones haberse distinguido por su ética profesional, por lo menos a lo largo de 10 años de experiencia.

Especialidad: Profesionistas cuya formación académica y experiencia profesional acrediten sus conocimientos en la materia.

Conocimientos específicos: Filosofía, ética y valores.

Aptitudes y actitudes: Experiencia docente de tres años en la asignatura. Actitud de servicio y vocación por la docencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ADMINISTRACIÓN APLICADA  
A LA MINERÍA

2807

8

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los principios de la administración en el manejo de recursos económicos, materiales y humanos a fin de lograr una operación minera óptima.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Fundamentos para el estudio de la administración	4.0
2.	La administración en la industria minera	2.0
3.	Planeación	10.0
4.	Organización	16.0
5.	Dirección	12.0
6.	Control	10.0
7.	Estudio de caso	10.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Fundamentos para el estudio de la administración

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto y la importancia de la administración, los administradores y las organizaciones para integrar el proceso administrativo.

**Contenido:**

1. Formación de gerentes
2. Concepto de administración
3. Importancia de las organizaciones
4. Proceso administrativo

## 2 La administración en la industria minera

**Objetivo:** El alumno distinguirá las tres escuelas principales del pensamiento administrativo para entender su impacto en la industria minera y la evolución hacia nuevos enfoques.

**Contenido:**

1. Principales escuelas del pensamiento administrativo y su evolución
2. Modelos de naturaleza humana en que se basa cada escuela
3. Nuevos enfoques en la teoría de la administración

## 3 Planeación

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia que tienen los planes dentro de las organizaciones para cumplir con las metas y objetivos, así como para establecer mejores programas y procedimientos.

**Contenido:**

1. Proceso básico de planeación
2. Planeación estratégica y planeación operativa
3. Solución de problemas y toma de decisiones
4. Herramientas de apoyo para la planeación y solución de problemas
5. Administración de operaciones y productividad

## 4 Organización

**Objetivo:** El alumno examinará los elementos que conforman la estructura de una empresa minera a fin de aplicar los principios administrativos para su organización.

**Contenido:**

1. Tipo de estructuras organizacionales, división del trabajo
2. Autoridad, delegación y descentralización
3. Reclutamiento y selección y contratación de personal
4. Promoción, planes de carrera y relaciones laborales

## 5 Dirección

**Objetivo:** El alumno comprenderá los principios del trabajo directo con la gente para alcanzar las metas establecidas en una organización.

**Contenido:**

1. Motivación, desempeño, comunicación y liderazgo
2. Autoridad y responsabilidad
3. Manejo de conflictos y orientación a resultados

## 6 Control

**Objetivo:** El alumno comprenderá los sistemas de control y evaluación para el cumplimiento de las metas y objetivos de la organización y la mejora continua.

**Contenido:**

1. Controles administrativos
2. Significado de control y evaluación
3. Métodos de control financiero

**7 Estudio de caso**

**Objetivo:** El alumno analizará un estudio de caso que el profesor le presente sobre el desarrollo de una operación minera para detectar los problemas y proponer soluciones.

**Contenido:**

- 7.1 Análisis de un estudio de caso

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

GEORGE R. TERRY, Stephen G. Franklin

*Principios de administración*

México

Compañía Editorial Continental, 2000.

Todos

MERRILL, Harwood F (COMPILADOR) Et Al.

*Clásicos en administración*

México

Limusa, 2007

1

ROJAS LÓPEZ, Miguel David

*Administración para ingenieros*

Bogotá

Ecoe Ediciones, 2008

1

SLOAN, Douglas A.

*Mine management*

London

Chapman and Hall, 1983

Todos

STONER, James A.F.

*Administración*

6a. edición

México

Prentice Hall, 1997

Todos

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

HUNTER, James C.

5

La Paradoja: un relato sobre la verdadera  
esencia del liderazgo México

Urano, 2002

TZU, Zun

*El arte de la guerra México*

Grupo Editorial Tomo, 2009

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura con experiencia administrativa en la industria minero metalúrgica. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.

## **NOVENO SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**INTRODUCCIÓN AL DISEÑO  
DE OPERACIONES MINERAS**

**2961**

**9**

**8**

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>	

División	Departamento	Licenciatura	
----------	--------------	--------------	--

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Diseño de Operaciones Mineras

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno identificará el proceso para analizar, planear y realizar un proyecto de ingeniería con fundamento en aspectos técnicos, económicos, de seguridad, eficiencia y eficacia así como del entorno social y ambiental.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Definición de proyecto	10.0
3.	Principios de administración de proyectos	14.0
4.	Clasificación de proyectos	10.0
5.	Proyectos, macrosistemas, sistemas, procesos y productos	10.0
6.	Creación y administración del talento; autoaprendizaje	6.0
7.	Elaboración de un proyecto	12.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno identificará el papel del ingeniero en el análisis, planeación y realización de proyectos de ingeniería para aplicarlo en el desarrollo de proyectos mineros.

**Contenido:**

1. Introducción
2. El papel del ingeniero en la transformación del mundo
3. Diferencia entre proyecto, proceso y operaciones
4. Etapas de un proyecto típico de ingeniería

## 2 Definición de proyecto

**Objetivo:** El alumno listará las habilidades, herramientas y técnicas para analizar y proyectar las actividades que tengan por objetivo cumplir con los requisitos de un proyecto en tiempo, calidad y costo.

**Contenido:**

1. Fase de inicio
2. Fase de planeación
3. Fase de ejecución
4. Fase de monitoreo y control
5. Fase de cierre

## 3 Principios de administración de proyectos

**Objetivo:** El alumno asociará los principios de administración de proyectos, como herramientas fundamentales para llevar a cabo un proyecto en forma exitosa.

**Contenido:**

1. Mapa de ruta estratégico
2. Objetivos generales y particulares
3. Estructura de trabajo fragmentada
4. Manejo y mitigación de riesgos
5. Comunicación eficaz entre los participantes del proyecto
6. Planeación para la administración de los cambios

## 4 Clasificación de proyectos

**Objetivo:** El alumno clasificará los tipos de proyectos que pueden presentarse en una organización, para analizar las condiciones en las que se debe llevar a cabo cada uno de ellos.

**Contenido:**

1. Proyectos de operación
2. Proyectos de información
3. Proyectos de infraestructura
4. Proyectos estratégicos

## 5 Proyectos, macrosistemas, sistemas, procesos y productos

**Objetivo:** El alumno examinará, a través de ejercicios prácticos, las diferencias que existen entre un proyecto, un macrosistema, un sistema, un proceso y un producto.

**Contenido:**

1. Definición de macrosistemas y ejercicios prácticos
2. Definición de sistemas y ejercicios prácticos
3. Definición de procesos y ejercicios prácticos
4. Definición de productos y ejercicios prácticos

**6 Creación y administración del talento; autoaprendizaje**

**Objetivo:** El alumno detectará las habilidades administrativas críticas para concluir satisfactoriamente un proyecto de ingeniería.

**Contenido:**

1. Liderazgo
2. Comunicación
3. Negociación
4. Solución de problemas
5. Influencia en la organización

**7 Elaboración de un proyecto**

**Objetivo:** El alumno analizará las características de un proyecto asignado por el profesor para aplicar los conceptos aprendidos en la asignatura, desarrollando y evaluando el planteamiento para resolver la problemática abordada.

**Contenido:**

1. Identificación del tema
2. Desarrollo
3. Evaluación

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

BENATOR, Barry; thumann, ALBERT,  
*Project Management and Leadership Skills for Engineering  
 and Construction Projects* Lilburn, Georgia  
 Fairmont Press, 2003

KERZNER HAROLD R.  
*Project Management: A Systems Approach to Planning,  
 Scheduling, and Controlling* 11th edition  
 Hoboken, New Jersey  
 John Wiley & Sons, 2013

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE  
*A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK®  
 Guide* 3rd edition  
 Newtown Square, Pennsylvania  
 Project Management Institute, 2004

TOMLING, Paul D.  
*Mine Maintenance Management*  
 Dubuque, Iowa  
 Society for Mining, Metallurgy & Exploration, Incorporated, 2007

Mantenimiento de equipo

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

GIDO, Jack

*Administración exitosa de proyectos*

México

International Thomson, 2007

RICHARDSON, Gary L.

*Project Management Theory and Practice*

Boca Raton, Florida

Auerbach, 2010

RIVERA MARTÍNEZ, Francisco

*Administración de proyectos: guía para el aprendizaje*

México

Prentice-Hall, 2010

TORRIES, Thomas F.

*Evaluating Mineral Projects : Applications and*

*Misconceptions* Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1998

VALBUENA ÁLVAREZ, Rubén

*Guía de proyectos formulación y evaluación*

México

Macchi, 2006

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Uso de software especializado	
Uso de plataformas educativas	

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	
Búsqueda especializada en internet	
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	

Participación en clase	X
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**DISEÑO DE OPERACIONES METALÚRGICAS**

**2960**

**9**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las características de los distintos proyectos metalúrgicos y aplicará sus conocimientos para formular y determinar la viabilidad económica del un proyecto.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Metodología para formular proyectos de concentración, piro e hidrometalúrgicos	12.0
3.	Análisis de proyectos desarrollados de concentración, piro e hidrometalúrgicos (3 casos)	9.0
4.	Asignación de proyectos a desarrollar por cada alumno (con información de partida)	4.0
5.	Formulación por alumnos de un proyecto de concentración y/o extracción	35.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno analizará los diferentes tipos de proyectos que se presentan en el procesamiento de minerales para evaluar en qué casos son aplicables.

**Contenido:**

1. Definición de proyecto sobre beneficio de mineral y extracción de metales
2. Aspectos de un proyecto y factores que lo afectan
3. Ciclo de vida de un proyecto
4. Proyectos de inicio
5. Proyectos de rehabilitación
6. Proyectos de reconversión
7. Proyectos de ampliación
8. Estudio de preinversión
9. Definición y descripción de formulación, análisis y evaluación de proyectos de concentración y extracción

## 2 Metodología para formular proyectos de concentración, piro e hidrometalúrgicos

**Objetivo:** El alumno aplicará la metodología para formular un proyecto de concentración de minerales y extracción de metales.

**Contenido:**

1. Estudio de mercado
2. Estrategia
3. Estudio técnico
4. Etapas de programación
5. Aspectos financieros

## 3 Análisis de proyectos desarrollados de concentración, piro e hidrometalúrgicos (3 casos)

**Objetivo:** El alumno analizará las características particulares de casos específicos para determinar el tipo de proyecto metalúrgico que se requiere.

**Contenido:**

1. Análisis de casos

## 4 Asignación de proyectos a desarrollar por cada alumno (con información de partida)

**Objetivo:** El alumno interpretará las características del caso de estudio asignado por el profesor para determinar el tipo de proyecto a desarrollar.

**Contenido:**

1. Asignación de proyectos

## 5 Formulación por alumnos de un proyecto de concentración y/o extracción

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos para formular el proyecto del caso de estudio asignado y evaluar su viabilidad económica.

**Contenido:**

1. Formulación de proyectos
2. Entrega y presentación de informe final

*Proyectos de inversión en ingeniería, su metodología* Todos  
 México  
 Limusa Noriega Editores, 2004

GALLARDO, Juan  
*Formulación y evaluación de proyectos de inversión* Todos  
 México  
 McGraw-Hill, 1998

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS  
*Manual metodológico general de identificación, formulación* Todos  
*y evaluación de proyectos de inversión* Lima  
 Ministerio de Economía y Finanzas, 2000

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL  
*Manual para pequeñas empresas industriales. Diseño y* Todos  
*evaluación de proyectos* Viena  
 Organización de las Naciones Unidas, 1998

SAPAG CHAIN NASSIR SAPAG CHAIN REINALDO  
*Preparación y evaluación de Proyectos* Todos  
 Chile  
 McGraw-Hill, 2000

SOTO, Humberto  
*La formulación y evaluación técnica económica de proyectos* Todos  
*industriales* México  
 UNAM, 1984

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

BACA URBINA, Gabriel  
*Evaluación de proyectos* Todos  
 México  
 McGraw-Hill, 2001

DE LA TORRE JOAQUÍN ZAMARRÓN BERENICE  
*Evaluación de proyectos de inversión* Todos  
 México  
 Pearson Educación, 2002

GITMAN LAWRENCE J.  
*Fundamentos de administración financiera* Todos  
 México  
 Oxford University Press Harla, 1997

GÓMEZ-SENENT MARTÍNEZ ELISEO

*El proyecto. Diseño en ingeniería*

México

Alfaomega Grupo Editor S.A., 2001

Todos

MIRANDA MIRANDA, Juan José

*Gestión de proyectos: identificación, formulación,  
evaluación* Colombia

MM Editores, 2003

Todos

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.

## **OPTATIVA1**

## **OPTATIVA2**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN  
DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

2959

9

8

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	

División	Departamento	Licenciatura
----------	--------------	--------------

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Administración Aplicada a la Minería

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará un proyecto de inversión en el área de ingeniería con base en aspectos económicos y financieros a fin de poder determinar su viabilidad.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	La empresa en su conjunto	16.0
3.	El valor del dinero en el tiempo	14.0
4.	Evaluación y análisis de un proyecto de inversión	14.0
5.	Toma de decisiones	16.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá el papel del ingeniero dentro de un proyecto y su importancia en la economía del país.

**Contenido:**

1. Introducción
2. Papel del ingeniero en la economía
3. Eficiencia física y económica
4. Los proyectos de ingeniería en el desarrollo del país

## 2 La empresa en su conjunto

**Objetivo:** El alumno distinguirá los elementos básicos de un proyecto de inversión y los aplicará en la determinación de parámetros como inversión, costos fijos y variables, costos unitarios, depreciación y punto de equilibrio, entre otros.

**Contenido:**

1. Flujo de valores en la empresa
2. Ingresos
3. Egresos
4. Financiamiento
5. Contabilidad
6. Balance
7. Estado de pérdidas y ganancias
8. Interpretación
9. Costos
10. Clasificación de costos
11. Determinación del punto de equilibrio
12. Depreciación y reposición de activos fijos

## 3 El valor del dinero en el tiempo

**Objetivo:** El alumno comprenderá el concepto de valor del dinero a través del tiempo para estimar aspectos como interés, período, frecuencia, principal, monto, tasa de interés, amortización, equivalencia, tasa nominal, tasa real o efectiva y fuerza de interés.

**Contenido:**

1. Ejercicios
2. Interés simple y compuesto
3. Actualización de valores
4. Series de pago, amortización
5. Equivalencia

## 4 Evaluación y análisis de un proyecto de inversión

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos en la elaboración de un proyecto de inversión en el que se determinen los índices económicos (VAE, VPN, TIR, etc.) y se detecten aquellos parámetros cuya variación pueda causar un efecto negativo en su resultado.

**Contenido:**

1. Arreglo general de un proyecto
2. Análisis de rentabilidad (índices económicos)
3. Valor anual equivalente
4. Valor presente neto

5. Tasa interna de retorno
6. Período de cancelación y restitución
7. Criterios contables
8. Otros índices

## 5 Toma de decisiones

**Objetivo:** El alumno diferenciará las metodologías de análisis económico para utilizarlas como apoyo en la toma de decisiones.

**Contenido:**

1. Modelos matemáticos
2. Análisis de riesgo
3. Distribución de probabilidad de los factores índice
4. Métodos estadístico y probabilístico
5. Métodos empíricos
6. Árboles de decisión
7. Técnicas de simulación
8. Elementos conceptuales de investigación de operaciones
9. Ejercicios

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

COSS BU, Raúl

*Análisis y evaluación de proyectos de inversión*  
2a edición  
México  
Limusa. 2005

Varios

STERMOL, Franklin J.

*Economic Evaluation and Investment Decision Methods*  
13th edición  
Colorado  
Investment Evaluation Corporation. 2012

Varios

TORRIES, Thomas F.

*Evaluating Mineral Projects: Applications and Misconceptions*  
1a edición  
Colorado  
Society for Mining Metallurgy & Exploration., 1998

### Bibliografía complementaria

### Temas para los que se recomienda:

RUNGE, Ian C.

*Mining Economics and Strategy*  
Colorado  
Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 1998

Proyectos de inversión

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de cualquier disciplina especializado en proyectos de inversión, costos y administración de proyectos.

## **DÉCIMO SEMESTRE**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

RECURSOS Y NECESIDADES DE MÉXICO		2080	10	8	
Asignatura		Clave	Semestre	Créditos	
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES		ASIGNATURAS SOCIOHUMANÍSTICAS		INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	
División		Departamento		Licenciatura	
<b>Asignatura:</b>		<b>Horas/semana:</b>		<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas	4.0	Teóricas	64.0
Optativa	<input type="checkbox"/>	Prácticas	0.0	Prácticas	0.0
		Total	4.0	Total	64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las necesidades sociales, económicas y políticas del país, así como de sus recursos humanos, materiales y financieros, con objeto de ubicar su futura participación como ingeniero en el desarrollo integral de México, y valorar el papel de nuestro país y el de la ingeniería mexicana en el mundo actual.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos básicos	4.0
2.	Recursos naturales	4.0
3.	Planeación y desarrollo en México	6.0
4.	Desarrollo del sector primario en México	10.0
5.	Desarrollo del sector secundario en México	10.0
6.	Desarrollo del sector terciario en México	10.0
7.	Acontecimientos relevantes en la construcción de México	6.0
8.	Población, sociedad, economía y política en México	8.0
9.	La misión del ingeniero en México	6.0
		64.0
Actividades prácticas		0.0
Total		64.0

## 1 Conceptos básicos

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la función del ingeniero en el desarrollo sustentable del país. Distinguirá el significado de los conceptos de recurso y necesidad, así como los de bien y servicio en el contexto de la actividad humana, social y productiva.

**Contenido:**

1. Función del ingeniero en el desarrollo sustentable del país.
2. Concepto de recurso desde una perspectiva ecológica, humana, productiva y social.
3. Concepto de necesidad y su clasificación.
4. Distinción entre bien y servicio.

## 2 Recursos naturales

**Objetivo:** El alumno afirmará los conocimientos básicos acerca de los recursos naturales de nuestro país, así como sobre su aprovechamiento e impactos.

**Contenido:**

1. México: aspectos geográficos.
2. Recursos naturales renovables.
3. Recursos naturales no renovables.
4. Problemas ambientales.

## 3 Planeación y desarrollo en México

**Objetivo:** El alumno distinguirá los diversos intentos de planeación nacional que se han realizado. Valorará la importancia de contar con un sistema de planeación continua y bien estructurada.

**Contenido:**

1. Antecedentes de la planeación en México.
2. Planes sexenales.
3. Planes nacionales de desarrollo.
4. Desarrollo y subdesarrollo en México.
5. La dependencia de México respecto a otros países.

## 4 Desarrollo del sector primario en México

**Objetivo:** El alumno analizará la evolución de la producción y de la productividad del sector primario nacional, describirá las causas que han originado la situación actual y adquirirá elementos de juicio para generar y evaluar propuestas alternativas tendientes a mejorar el desarrollo del sector.

**Contenido:**

1. Agricultura.
2. Ganadería.
3. Silvicultura.
4. Pesca.
5. Minería.

## 5 Desarrollo del sector secundario en México

**Objetivo:** El alumno analizará la evolución y la situación actual del sector secundario en México, así como los efectos en el impacto tecnológico. Adquirirá elementos de juicio para generar y evaluar propuestas alternativas tendientes a mejorar el desarrollo industrial del país.

**Contenido:**

1. Industria energética.
2. Industria minera.

3. Industria de la construcción.
4. Industria manufacturera.

## 6 Desarrollo del sector terciario en México

**Objetivo:** El alumno analizará la evolución y la problemática actual del sector terciario, así como la infraestructura desarrollada para la oferta de servicios a la población. Adquirirá elementos de juicio para generar y evaluar propuestas alternativas tendientes a mejorar el desarrollo del sector.

**Contenido:**

1. Transporte.
2. Comunicación.
3. Vivienda.
4. Educación.
5. Salud.
6. Tecnología.
7. Plan Nacional de Infraestructura.

## 7 Acontecimientos relevantes en la construcción de México

**Objetivo:** El alumno afirmará los conocimientos de los hechos históricos que han determinado el desarrollo social, económico y político de nuestro país.

**Contenido:**

1. De la época prehispánica a la Colonia.
2. De la Independencia a la Reforma. Constitución de 1824. Constitución de 1857.
3. Del Porfiriato a la Revolución Mexicana. Constitución de 1917. Posrevolución.
4. De 1926-1976: de la confianza en lo propio al desarrollo acelerado.
5. De 1977 al presente: desconfianza en lo nuestro y estancamiento.

## 8 Población, sociedad, economía y política en México

**Objetivo:** El alumno analizará los principales aspectos sociales, políticos, económicos y de la población en México y tomará conciencia de los logros, avances y problemáticas en la materia, considerando las necesidades prioritarias del país, y atendiendo al contexto internacional.

**Contenido:**

1. Características de la población mexicana.
2. El papel de los recursos humanos en el desarrollo de México.
3. Sociedad. Características. Problemas. Retos. Oportunidades.
4. Economía. Características. Problemas. Retos. Oportunidades.
5. Política. Características. Problemas. Retos. Oportunidades.
6. Preocupaciones actuales de la sociedad mexicana (seguridad, empleo, migración, corrupción, etc.).
7. El papel de México en el mundo actual.

## 9 La misión del ingeniero en México

**Objetivo:** El alumno definirá la participación de los ingenieros en el desarrollo social, económico y político de México y deducirá posibles soluciones a la problemática integral del país.

**Contenido:**

1. Análisis de las diferentes especialidades de la ingeniería para deducir su participación específica en el desarrollo integral del país.
2. Conclusiones.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

AGUAYO QUEZADA, Sergio <i>El almanaque mexicano</i> Aguilar México, 2008	2,3,4,5,6,7,8
CALVA, José Luis <i>Globalización y bloques económicos: Mitos y realidades</i> UNAM México, 2007	1,4,5,6,8
COLMENARES CÉSAR, Francisco <i>Pemex: presente y futuro</i> UNAM: Instituto de Investigaciones Económicas, México, 2008	1,2,3,5,8
DELGADO DE CANTÚ, Gloria <i>Historia de México: El proceso de gestación de un pueblo</i> Pearson Educación México, 2002	1,7
GONZÁLEZ A., Francisco <i>Sistema político mexicano</i> UNAM México, 2007	3,8
MARTÍN DEL CASTILLO, Carlos <i>Planeación estratégica de la infraestructura en México, 2010-2035</i> Universidad Tecnológica del Valle de Chalco México, 2009	3,4,5,6,8
RESENDIZ NÚÑEZ, Daniel <i>Lecciones de interés general en la historia de nuestra ingeniería: Discurso de ingreso al Seminario de Cultura Mexicana</i> México, 2008	1,7,9

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

BIZBERG, Ilán, MEYER, Lorenzo <i>Una historia contemporánea de México</i> Océano-Colegio de México México, 2009	1,7
GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ, Luis <i>Viaje por la historia de México</i> SEP	1,7,8

México,2010

**Referencias de internet**

CONAGUA

*Comisión Nacional del Agua*

2014

en : <http://www.conagua.gob.mx/>

INE

*Instituto Nacional Electoral: Partidos Políticos.*

2014

en : [http://www.ine.mx/archivos3/portal/historico/contenido/Partidos\\_Politicos/](http://www.ine.mx/archivos3/portal/historico/contenido/Partidos_Politicos/)

INEGI

*Instituto Nacional de Estadística y Geografía*

2014

en : <http://www.inegi.org.mx/>

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA MEXICANA

*Presidencia de la República Mexicana*

2014

en : <http://www.presidencia.gob.mx/>

SCJN

*Suprema Corte de Justicia de la Nación*

2014

en : <https://www.scjn.gob.mx/Paginas/Inicio.aspx>

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Ingeniería, Economía, Ciencias Políticas, Geografía.

Experiencia profesional: En docencia, investigación y/o práctica profesional en ingeniería, economía, ciencias políticas o geografía. Mínimo 10 años de experiencia.

Especialidad: Deseablemente, con posgrado en su disciplina.

Conocimientos específicos: Necesidades sociales, económicas y políticas del país, así como de los recursos humanos, materiales y financieros con que cuenta México para enfrentarlas.

Aptitudes y actitudes: Para despertar el interés en los alumnos por conocer a su país y poder participar en el desarrollo y progreso de México.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**GESTIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE**

**2946**

**10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno identificará los factores que causan accidentes y enfermedades en el trabajo, así como las pérdidas materiales consecuencia de los mismos, para diseñar las estrategias que permitan prevenir y controlar los riesgos en las operaciones minero-metalúrgicas.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Seguridad e higiene, conceptos y campo de estudio	8.0
3.	Normatividad nacional e internacional	4.0
4.	Procedimientos para prevenir y controlar los riesgos	8.0
5.	Problemas de siniestros y suprevención	8.0
6.	Prevención de riesgos en los servicios operativos	10.0
7.	Manejo de los explosivos en las minas	4.0
8.	La seguridad en minas a cielo abierto	4.0
9.	Ambiente en lugares de trabajo	8.0
10.	Programas preventivos de seguridad e higiene	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno distinguirá el desarrollo histórico de la seguridad e higiene en el trabajo, así como los organismos nacionales e internacionales que regulan en la materia, para entender la importancia que tienen en una operación minero-metalúrgica.

**Contenido:**

1. Descripción general del curso.
2. Antecedentes históricos de la seguridad e higiene.
3. Organismos nacionales e internacionales en seguridad e higiene.

## 2 Seguridad e higiene, conceptos y campo de estudio

**Objetivo:** El alumno identificará los elementos más importantes de la seguridad e higiene para determinar los riesgos asociados a las condiciones de trabajo.

**Contenido:**

1. Conceptos de seguridad en el trabajo.
2. Conceptos de higiene en el trabajo.
3. Estadísticas de riesgos de trabajo. Filosofía de la prevención de riesgos.

## 3 Normatividad nacional e internacional

**Objetivo:** El alumno conocerá la normatividad laboral vigente en materia de seguridad e higiene aplicable a la industria minero-metalúrgica, así como los organismos que intervienen, para aplicarla en la planeación de las operaciones.

**Contenido:**

1. Normatividad nacional.
2. Normatividad internacional.
3. Organismos normativos.

## 4 Procedimientos para prevenir y controlar los riesgos

**Objetivo:** El alumno seleccionará los diferentes métodos de evaluación de los accidentes y enfermedades de trabajo a fin de preparar estrategias y acciones concretas para la prevención y control.

**Contenido:**

1. Investigación de accidentes.
2. Diagnóstico de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.
3. Procedimientos especiales: inspecciones planeadas y control de daños a la propiedad.

## 5 Problemas de siniestros y su prevención

**Objetivo:** El alumno identificará las causas de los principales siniestros que se presentan en las minas, plantas de beneficio e instalaciones auxiliares para diseñar y documentar programas de prevención y planes de contingencia.

**Contenido:**

1. Incendios.
2. Derrumbes.
3. Inundaciones.

## 6 Prevención de riesgos en los servicios operativos

**Objetivo:** El alumno analizará los riesgos que se presentan en las operaciones auxiliares para aplicar medidas preventivas y de control.

**Contenido:**

1. Ventilación.

2. Tiros y malacates.
3. Energía eléctrica.
4. Equipos para la explotación.

## 7 Manejo de los explosivos en las minas

**Objetivo:** El alumno discutirá las normas de seguridad relacionadas con los explosivos para planificar su uso, manejo y almacenamiento.

**Contenido:**

1. Tipos, características y propiedades de los explosivos.
2. Reglamentación relativa al uso, manejo, transporte y almacenamiento de los explosivos.
3. Medidas preventivas en el uso de los dispositivos de iniciación eléctrica.
4. Recomendaciones de seguridad en la preparación de voladuras y durante su ejecución.
5. Disposiciones administrativas acumplir.

## 8 La seguridad en minas a cielo abierto

**Objetivo:** El alumno describirá las normas y controles de seguridad para programarlos en los procesos de minado a cieloabierto.

**Contenido:**

1. Principales aspectos normativos relacionados con el minado a cielo abierto.
2. Seguridad en el diseño de explotaciones a cielo abierto.
3. Prevención en la perforación de barrenos.
4. Medidas de seguridad en el arranque mecanico.
5. Seguridad en la carga, transporte y descarga de mineral.
6. Medidas de seguridad en el mantenimiento y servicios.

## 9 Ambiente en lugares de trabajo

**Objetivo:** El alumno listará las condiciones ambientales de los lugares de trabajo para evaluarlas y aplicar medidas que permitan su mejora y garanticen el bienestar de los trabajadores.

**Contenido:**

1. Conceptos básicos de higiene y medio ambiente laboral.
2. Principales agentes contaminantes que se presentan en el ambiente de trabajo de la minería.
3. Metodología para el reconocimiento, evaluación y control de los agentes contaminantes del ambiente laboral.
4. Normatividad y medidas preventivas aplicables para los trabajos mineros.
5. Ejemplos.

## 10 Programas preventivos de seguridad e higiene

**Objetivo:** El alumno sintetizará los conocimientos adquiridos para establecer los programas de prevención y control de seguridad e higiene en una operación minera.

**Contenido:**

1. Estructura y organización de las áreas de seguridad e higiene en la minería.
2. Normatividad. En la elaboración de programas preventivos de seguridad e higiene.
3. Metodología para la elaboración de programas de seguridad e higiene.
4. Diseño de programas específicos en la minería, con base en las necesidades de seguridad e higiene.
5. Ejemplos.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

ALFONSO LÓPEZ, Antonio Et Al.  
*Manual de seguridad en el trabajo*  
 Madrid  
 Mapfre, 1993

Previsión de riesgos

DENTON, D.k.  
*Seguridad industrial*  
 México  
 Limusa, 1998

Siniestros y supervención

FRANK E. BIRD, Jr. Y George L. Germain  
*Liderazgo práctico en el control de pérdidas*  
 Atlanta, Georgia  
 Det Norske Veritas Inc, 1990

Previsión de riesgos

GÓMEZ DE LAS HERAS, Jesús  
*Manual de seguridad en explotaciones a cielo abierto*  
 Madrid  
 Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989

Seg. en minas a cielo abierto

MONCADA PÉREZ, Jaime  
*Manual de Protección contra incendios*  
 Madrid  
 N.F.P.A. Ed. Mapfre., 1997

Siniestros y supervención

RAMÍREZ, C. C.  
*Seguridad industrial*  
 México  
 Limusa, 1989

Siniestros y supervención

SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL  
*Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente  
 de Trabajo y Normas Oficiales Mexicanas* México  
 Secretaría del Trabajo y Previsión Social

Normatividad

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

DE LARRAMENDI, Ignacio H.  
*Manual de Prevención de Accidentes para operaciones  
 industriales* Madrid  
 Mapfre, 1974

Varios

HAMMER, W.  
*Occupational Safety Management and Engineering*

Previsión de riesgos

New Jersey

PrenticeHall,1989

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
*Reglamento de la Ley del Seguro Social en materia de  
afiliación, clasificación empresas, recaudación* México  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Normatividad

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
*Nueva Ley del Seguro Social México IMSS*  
México  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Normatividad

KARMIS, Michael (EDITOR)  
*Mine Health and Safety Management*  
Englewood, Colorado  
Society of Mining Engineers of AIME, 2001

Prevención de riesgos

SINAUTOR  
*Legislación Minera*  
México  
Leyes y Códigos de México, Edit. Porrúa

Normatividad

TATIYA, Ratan Raj  
*Elements of Industrial Hazards: Health, Safety, Environment  
and Loss Prevention* Boca Raton, Florida  
CRC Press, 2010

Prevención de riesgos

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.

## **OPTATIVA3**

## **OPTATIVA4**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**DISEÑO DE OPERACIONES MINERAS**

**2965**

**10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Introducción Al Diseño de Operaciones Mineras, Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará, partiendo de datos propios de un proyecto, sus conocimientos adquiridos para el diseño de una operación minera considerando los criterios técnicos, operativos, financieros, ambientales y sociales que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Análisis y manejo de información	4.0
2.	Modelación del depósito de mineral	6.0
3.	Determinación del ritmo de producción	8.0
4.	Diseño de lamina	10.0
5.	Ciclos de operación	10.0
6.	Planeación de las operaciones	10.0
7.	Estimación de la demanda de servicios	8.0
8.	Estimación de costos y análisis financiero	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Análisis y manejo de información

**Objetivo:** El alumno interpretará la información recibida para fundamentar y estructurar el proyecto minero.

**Contenido:**

1. Aspectos legales del fundo minero
2. Características del yacimiento
3. Mineralogía y leyes del mineral
4. Reservas o datos de exploración
5. Condiciones físicas del sitio
6. Condiciones sociales y ambientales

## 2 Modelación del depósito de mineral

**Objetivo:** El alumno organizará la información proporcionada para construir el modelo del depósito de mineral y cuantificar las reservas disponibles.

**Contenido:**

1. Manejo de los datos de exploración
2. Proyección de barrenos y obras de exploración
3. Modelación del yacimiento
4. Cuantificación de reservas

## 3 Determinación del ritmo de producción

**Objetivo:** El alumno aplicará criterios técnicos y económico-financieros para establecer el ritmo de producción óptimo del proyecto con base en las reservas cuantificadas.

**Contenido:**

1. Factores económicos y financieros (fuentes de inversión, precios metales, costos operación, mercado)
2. Factores técnicos (tipo de yacimiento, reservas, equipamiento)
3. Determinación del ritmo óptimo de producción

## 4 Diseño de lamina

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos en el diseño general de la mina. Seleccionará el método de minado más adecuado a las características del yacimiento. Proyectará las obras de desarrollo y preparación necesarias para extraer el mineral.

**Contenido:**

1. Obras de acceso y desarrollo
2. Método de minado
3. Obras de preparación

## 5 Ciclos de operación

**Objetivo:** El alumno diseñará, con base en la planeación de la mina y al ritmo de producción establecido, los ciclos de operación determinando número de sitios en producción, cantidad y tipo de equipo, y personal necesario para cumplir con la producción diaria.

**Contenido:**

1. Demanda de producción
2. Capacidad y disponibilidad de equipo
3. Requerimientos de personal humano
4. Volumen de material en cada operación productiva
5. Selección del tipo y número de equipos

**6 Planeación de las operaciones**

**Objetivo:** El alumno preparará un programa de producción general y uno a corto plazo para los primeros años de operación de lamina.

**Contenido:**

1. Organización de las actividades productivas
2. Determinación de la demanda de recursos
3. Estimación de tiempos de ejecución
4. Aplicación de las herramientas de planeación

**7 Estimación de la demanda de servicios**

**Objetivo:** El alumno calculará, con base en los datos técnicos de los equipos a utilizar, la demanda de energía, aire comprimido y agua.

**Contenido:**

1. Consumo de energía
2. Consumo de aire comprimido
3. Consumo de agua

**8 Estimación de costos y análisis financiero**

**Objetivo:** El alumno determinará los costos de operación, la inversión requerida y la rentabilidad del proyecto.

**Contenido:**

1. Costos de producción
2. Inversión requerida
3. Flujo de efectivo
4. Rentabilidad del proyecto
5. Análisis de sensibilidad

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

ANNELS, Alwyn E

*Mineral Deposit Evaluation a Practical Approach*

2nd edition

Dordrecht, Holland

Springer Netherlands, 2004

BISE, Christopher J.

*Mining Engineering Analysis*

2nd edition

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2003

HARTMAN, Howard L.

*Introductory Mining Engineering*

2nd edition

Hoboken, N.J.

SJ. Wiley, 2002.

HUSTRULID, W. A. (WILLIAM A.)

*Open Pit Mine Planning & Design*

2nd edition

London

Taylor and Francis, 2006.

Vol. 1 y 2

KENNEDY BRUCEA

*Surface Mining*

2nd edition

Littleton, Colorado

Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME), 1990

PFLEIDER, Eugene P

*Surface Mining*

New York

American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 1968.

RUNGE, Ian C

*Mining Economics and Strategy*

Littleton, CO

Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME). 1998.

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

GLINZ FÉREZ, Irma

*Planeación y administración de proyectos de Ciencias de la*

*Tierra México*

UNAM, Facultad de Ingeniería, 2007

HARTMAN, Howard L.

*Mine Ventilation and air Conditioning*

2nd edition

New York

Krieger Pub. Co., 1991

KARMIS MICHAEL

*Mine Health and Safety Management*

Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2001

LOTTERMOSERBERND.

*Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental impacts.* 2nd edition

New York

Springer, 2007

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas

X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.

**TALLERES Y SEMINARIOS DE CIENCIAS SOCIALES Y  
HUMANIDADES**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: HISTORIA Y  
PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA

1792

7

2

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES

ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Seminario

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Con la orientación del profesor que coordine las actividades del Seminario, el alumno desarrollará un trabajo de investigación sobre algún tema específico relacionado con la evolución histórica de la ingeniería o con la prospectiva de la profesión. A lo largo del semestre lectivo, el estudiante efectuará presentaciones en clase sobre el estado de avance de su trabajo, las cuales serán objeto de un debate crítico por parte del grupo y del profesor, para su retroalimentación y mejora, de manera previa a su versión definitiva. Al término del Seminario, el alumno hará la presentación final del trabajo, apoyada por medios audiovisuales, y entregará un ensayo argumentativo sobre los aspectos relevantes del tema investigado y sus conclusiones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Técnicas de investigación	6.0
2.	Historia y prospectiva de la ingeniería	26.0
		32.0
	Total	32.0

**1 Técnicas de investigación**

**Objetivo:** El alumno aplicará distintas técnicas de investigación para desarrollar un tema específico.

**2 Historia y prospectiva de la ingeniería**

**Objetivo:** A definir por el profesor y los estudiantes. Por la naturaleza de la asignatura, el objetivo y los contenidos específicos dependerán de los temas particulares que fije el profesor a cada alumno o grupo de alumnos (deseablemente, en acuerdo con ellos). Los trabajos de investigación podrán corresponder a temas en el marco de: Ingeniería y sociedad, Historia y desarrollo de la ingeniería, Perspectivas de la ingeniería, Logros y retos de la ingeniería mexicana, y temas afines.

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

1

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

1

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula


- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Profesores e investigadores de las disciplinas

Formación académica: Ingeniería, sociología, historia.

Experiencia profesional :En docencia o investigación en Ingeniería o en Historia.

Mínimo 3 años de experiencia.

Especialidad: Ingeniería, Historia.

Conocimientos específicos: Amplia cultura general y conocimientos sobre la evolución histórica de la ingeniería y sus perspectivas. Conocimientos de técnicas didácticas para coordinar grupos de trabajo.

Aptitudes y actitudes: Capacidad para manejo de grupos y para despertar el interés en los alumnos por conocer la historia y perspectivas de la ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: INGENIERÍA  
Y POLÍTICAS PÚBLICAS

1793

7

2

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES

ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Seminario

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Con la orientación del profesor que coordine las actividades del Seminario, el alumno desarrollará un trabajo de investigación sobre algún tema específico relacionado con las políticas nacionales en aspectos vinculados con la práctica profesional de la ingeniería en sus distintas ramas. A lo largo del semestre lectivo, el estudiante efectuará presentaciones en clase sobre el estado de avance de su trabajo, las cuales serán objeto de un debate crítico por parte del grupo y del profesor, para su retroalimentación y mejora, de manera previa a su versión definitiva. Al término del Seminario, el alumno hará la presentación final del trabajo, apoyada por medios audiovisuales, y entregará un ensayo argumentativo sobre los aspectos relevantes del tema investigado y sus conclusiones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Técnicas de investigación	6.0
2.	Ingeniería y políticas públicas	26.0
		32.0
	Total	32.0

**1 Técnicas de investigación**

**Objetivo:** El alumno aplicará distintas técnicas de investigación para desarrollar un tema específico.

**2 Ingeniería y políticas públicas**

**Objetivo:** A definir por el profesor y los estudiantes. Por la naturaleza de la asignatura, el objetivo y los contenidos específicos dependerán de los temas particulares que fije el profesor a cada alumno o grupo de alumnos ( deseablemente , en acuerdo con ellos). Los trabajos de investigación podrán corresponder a temas en el marco de las estrategias y políticas nacionales, como los siguientes: - Papel de la ingeniería en el estado mexicano  
-Políticas en infraestructura -Políticas energéticas -Políticas tecnológicas y científicas -Políticas ambientales  
-Políticas en formación de ingenieros

---

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula


Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Licenciatura en alguna rama de ingeniería o alguna disciplina relacionada con las ciencias sociales. Deseablemente con posgrado.

Experiencia profesional: En docencia e investigación en Ingeniería o en alguna disciplina relacionada con las ciencias sociales. Mínimo 3 años de experiencia, deseable en el sector público.

Especialidad: Ingeniería, ciencias sociales, administración pública.

Conocimientos específicos: Amplia cultura general y conocimientos sobre políticas públicas vinculadas con la práctica profesional de la ingeniería. Conocimientos de técnicas didácticas para coordinar grupos de trabajo.

Aptitudes y actitudes: Capacidad para manejo de grupos y para despertar el interés en los alumnos por conocer y debatir sobre políticas públicas vinculadas con la práctica profesional de la ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO:  
INGENIERÍA Y SUSTENTABILIDAD

1794

7

2

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	ASIGNATURAS SOCIOHUMANÍSTICAS	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Seminario

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Con la orientación del profesor que coordine las actividades del Seminario, el alumno desarrollará un trabajo de investigación sobre algún tema específico relacionado con la sustentabilidad. A lo largo del semestre lectivo, el estudiante efectuará presentaciones en clase sobre el estado de avance de su trabajo, las cuales serán objeto de un debate crítico por parte del grupo y del profesor, para su retroalimentación y mejora, de manera previa a su versión definitiva. Al término del Seminario, el alumno hará la presentación final del trabajo, apoyada por medios audiovisuales, y entregará un ensayo argumentativo sobre los aspectos relevantes del tema investigado y sus conclusiones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Técnicas de investigación	6.0
2.	Ingeniería y sustentabilidad	26.0
		32.0
	Total	32.0

**1 Técnicas de investigación**

**Objetivo:** El alumno aplicará distintas técnicas de investigación para desarrollar un tema específico.

**2 Ingeniería y sustentabilidad**

**Objetivo:** A definir por el profesor y los estudiantes. Por la naturaleza de la asignatura, el objetivo y los contenidos específicos dependerán de los temas particulares que fije el profesor a cada alumno o grupo de alumnos (deseablemente, en acuerdo con ellos). Los trabajos de investigación podrán corresponder a temas en el marco de: Ingeniería, desarrollo y medio ambiente, Bioética e ingeniería, Economía ambiental, y temas afines.

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

LA PROPUESTA POR EL PROFESOR.

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula


- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Licenciatura en alguna rama de ingeniería o en disciplinas afines a la conservación ambiental.

Deseablemente con posgrado.

Experiencia profesional :En docencia o investigación en aspectos de sustentabilidad ambiental. Mínimo 3 años de experiencia.

Especialidad: Ingeniería ambiental, sustentabilidad.

Conocimientos específicos: Conocimientos sobre efectos ambientales derivados de la práctica profesional de la ingeniería.

Conocimientos de técnicas didácticas para coordinar grupos de trabajo.

Aptitudes y actitudes: Capacidad para manejo de grupos y para despertar el interés en los alumnos por incorporar a su formación ingenieril nociones de sustentabilidad, así como una clara conciencia de conservación y respeto por el medio ambiente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

TALLER SOCIOHUMANÍSTICO  
- CREATIVIDAD

1795

4

2

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES	ASIGNATURAS SOCIOHUMANÍSTICAS	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA	

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Taller

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará el concepto de creatividad en sus diferentes expresiones. Aplicará distintos tipos de estrategias y técnicas que incentiven su creatividad, las cuales le ayuden a enfrentar los problemas de ingeniería con una visión más amplia.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	¿Qué es la creatividad?	2.0
2.	El proceso creativo	4.0
3.	Técnicas de creatividad	10.0
4.	Creatividad aplicada a la ingeniería	16.0
		32.0
	Total	32.0

**1 ¿Qué es la creatividad?**

**Objetivo:** El alumno distinguirá los elementos relacionados con la creatividad para generar una definición propia.

**Contenido:**

1. ¿Qué es la creatividad?
2. Conceptos relacionados con la creatividad.
3. Tipos de creatividad.

**2 El proceso creativo**

**Objetivo:** El alumno analizará cómo funciona el proceso creativo y los factores que intervienen en dicho proceso.

**Contenido:**

1. ¿Cómo funciona el proceso creativo?
2. Condiciones para la creatividad. Características de las personas creativas. Barreras de la creatividad.
3. Etapas del proceso creativo.

**3 Técnicas de creatividad**

**Objetivo:** El alumno aplicará diferentes técnicas y estrategias para incrementar la creatividad.

**Contenido:**

1. Técnicas para estimular la generación de ideas creativas.
2. Técnicas para evaluar y priorizar las ideas creativas.
3. Solución creativa de problemas.

**4 Creatividad aplicada a la ingeniería**

**Objetivo:** El alumno aplicará técnicas creativas para plantear soluciones viables a problemas de ingeniería.

**Contenido:**

1. Presentación de casos de problemas en ingeniería.
2. Planteamiento, desarrollo y presentación de un proyecto creativo.
3. Conclusiones sobre la necesidad de soluciones creativas en ingeniería.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

COUGER, J. Daniel

*Creative problem solving and opportunity finding*

Michigan

Boyd and Fraser Publishing, 2006

Todos

FABIAN, John

*Creative thinking & problem solving*

Michigan

Lewis, 2006

Todos

JOHN, J. Clement

*Creative model construction in scientists and students*

Massachusetts

Springer, 2008

1,3

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

COVEY, Stephen

*Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva*

México

Planeta, 2012

Todos

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Licenciatura en Ingeniería Industrial, Diseño Industrial o Arquitectura.

Deseablemente con posgrado.

Experiencia profesional: Deseable en procesos industriales o de servicios.

Especialidad: Deseablemente con posgrado.

Conocimientos específicos: Técnicas de creatividad.

Aptitudes y actitudes: Capaz de incrementar en los alumnos actitudes creativas y de cambio. Proactivo y motivador.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**TALLER SOCIOHUMANÍSTICO-LIDERAZGO**

**1796**

**4**

**2**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**CIENCIAS SOCIALES  
Y HUMANIDADES**

**ASIGNATURAS  
SOCIOHUMANÍSTICAS**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 0.0

Prácticas 2.0

Total 2.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 0.0

Prácticas 32.0

Total 32.0

**Modalidad:** Taller

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las habilidades que se requieren para ser un líder; identificará las que él posee y en su caso las mejorará o las desarrollará, mediante el uso de herramientas y técnicas que le permitan ejercer un liderazgo efectivo.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos fundamentales sobre liderazgo	2.0
2.	Habilidades y capacidades del líder	6.0
3.	Tipos de liderazgo	4.0
4.	Identificación de oportunidades para el desarrollo del liderazgo	6.0
5.	Liderazgo en la práctica profesional	8.0
6.	El ingeniero como líder	6.0
		32.0
Total		32.0

### 1 Conceptos fundamentales sobre liderazgo

**Objetivo:** El alumno analizará los elementos relacionados con el liderazgo para generar una definición propia, y valorar la importancia del concepto en su desarrollo personal y profesional.

**Contenido:**

1. ¿Qué es ser un líder?
2. ¿Qué es liderazgo?
3. ¿Por qué es importante ser líder?

### 2 Habilidades y capacidades del líder

**Objetivo:** El alumno comprenderá las características y habilidades que debe tener o desarrollar para ser un líder.

**Contenido:**

1. Características de un líder.
2. Habilidades del líder.

### 3 Tipos de liderazgo

**Objetivo:** El alumno identificará los distintos estilos de liderazgo para discernir entre lo que es ser un líder, una autoridad o tener el poder.

**Contenido:**

1. Diferencia entre ser el jefe y ser el líder.
2. Liderazgo situacional.
3. Autoridad y poder basados en el concepto de liderazgo.
4. Tipos de liderazgo.

### 4 Identificación de oportunidades para el desarrollo del liderazgo

**Objetivo:** El alumno identificará sus propias habilidades y características para ser un líder en su futuro profesional.

**Contenido:**

1. Test de liderazgo.
2. Autoanálisis.
3. Identificación de áreas de oportunidad.
4. Planteamientos para la mejora y el desarrollo de habilidades personales.
5. Técnicas y herramientas de soporte.

### 5 Liderazgo en la práctica profesional

**Objetivo:** El alumno conocerá técnicas para ejercer un liderazgo efectivo en equipos de trabajo.

**Contenido:**

1. Integración de equipos de trabajo.
2. Trabajo en equipo. Obstáculos para el trabajo en equipo.
3. Motivación. Factores relevantes en la motivación. Técnicas básicas de motivación.

### 6 El ingeniero como líder

**Objetivo:** El alumno reconocerá el papel del liderazgo en el desempeño de sus actividades profesionales.

**Contenido:**

1. El papel del ingeniero como agente de cambio.
2. Los ingenieros como líderes.
3. Conclusiones y reflexiones personales.

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

ANTONAKIS, John, et al.  
*The nature of leadership* 1,2,4  
 California  
 Sage, 2012

CHARAN, Ram.  
*Liderazgo en tiempos de incertidumbre: nuevas reglas para  
 ejecutar las tácticas correctas* México 1,2  
 McGraw-Hill, 2010

GARCIA DEL JUNCO, Julio, et al.  
*Formar y dirigir el mejor equipo de trabajo* 3,5  
 Madrid  
 Delta, 2012

KRUCKEBERG, Katja, et al.  
*Leadership and personal development: a toolbox for the 21st  
 century professional* Charlotte, North Caroline 4,5  
 IAP, 2011

MAXWELL, C. John  
*The 17 Indisputable Laws of Teamwork Workbook: Embrace Them  
 and Empower Your Team* Nashville 3,5  
 Sage, 2010

MAXWELL, C. John.  
*Desarrolle los lideres que están alrededor de usted* 4,5,6  
 Nashville  
 Grupo Nelson, 2008

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

AYOUB P., José Luis  
*Estilos de liderazgo y su eficacia en la administración  
 pública mexicana* México. 3  
 Lulu Enterprises, 2011

ZARATE OLEAGA, Jon Andoni  
*Gestionar en equipo: preguntas claves* 4,5  
 Madrid.  
 ESIC, 2008

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Licenciatura en cualquier rama de ingeniería. Deseablemente con posgrado.

Experiencia profesional: Mínimo tres años en posiciones de liderazgo

Especialidad: Deseablemente con posgrado.

Conocimientos específicos: Liderazgo, trabajo en equipo.

Aptitudes y actitudes: Capaz de fomentar en los alumnos actitudes de liderazgo. Proactivo y motivador.

## **OPTATIVAS**



PROGRAMA DE ESTUDIO

**CIERRE DE OPERACIONES MINERAS**

**3091**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

**Horas/semana:**

**Horas/semestre:**

Obligatoria

Teóricas 4.0

Teóricas 64.0

Optativa

Prácticas 0.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Gestión Ambiental en Minería

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará las condiciones que se tendrán en las instalaciones de una mina a fin de aplicar medidas preventivas y de control que garanticen la conservación de los elementos ambientales durante la operación y en la postoperación.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Estabilización de obras	8.0
2.	Estabilización de depósitos de residuos	8.0
3.	Reforestación de depósitos de residuos	8.0
4.	Caracterización y remediación de suelos y acuíferos	12.0
5.	Manejo de drenaje ácido	10.0
6.	Monitoreo ambiental	8.0
7.	Plan de cierre	10.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Estabilización de obras

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos adquiridos sobre fortificación de obras mineras subterráneas y a cielo abierto para garantizar la seguridad de las operaciones.

**Contenido:**

1. Planeación de la fortificación de obras mineras subterráneas
2. Relleno de obras con material estéril y conjales
3. Estabilización de taludes en minas a cielo abierto

## 2 Estabilización de depósitos de residuos

**Objetivo:** El alumno reconocerá los elementos de estabilidad para aplicarlos en el diseño y evaluación de estabilidad de los depósitos de residuos mineros.

**Contenido:**

1. Construcción de bermas
2. Construcción de sistemas de drenaje superficial
3. Construcción de obras de desvío
4. Reconfiguración de taludes

## 3 Reforestación de depósitos de residuos

**Objetivo:** El alumno determinará los criterios a considerar en la reforestación de sitios afectados por la minería para restablecer las condiciones ambientales.

**Contenido:**

1. Usos potenciales del sitio
2. Propiedades del suelo y su uso en la reforestación
3. Plantas nativas y su uso en la reforestación
4. Especies inducidas como alternativa en la reforestación
5. Uso de geomembranas para el recubrimiento de depósitos
6. Otros materiales para recubrimiento
7. Seguimiento y control

## 4 Caracterización y remediación de suelos y acuíferos

**Objetivo:** El alumno empleará los procedimientos y las metodologías para caracterizar los suelos y acuíferos contaminados y analizar las opciones de remediación aplicables.

**Contenido:**

1. Objetivo de la caracterización
2. Criterios normativos para la caracterización de suelos y acuíferos
3. Planeación y ejecución del muestreo
4. Interpretación de resultados
5. Técnicas para la remediación de suelos
6. Técnicas para la remediación de acuíferos
7. Evaluación de alternativas para remediación
8. Gestión ambiental para la remediación de suelos y acuíferos

## 5 Manejo de drenaje ácido

**Objetivo:** El alumno analizará el proceso de generación de drenaje ácido en minas para aplicar los sistemas de tratamientos activos y pasivos utilizados en su control.

**Contenido:**

1. Determinación del potencial de generación de acidez<sub>321</sub>

2. Alternativas para el manejo de drenaje ácido
3. Métodos activos de tratamiento
4. Métodos pasivos de tratamiento

## 6 Monitoreo ambiental

**Objetivo:** El alumno identificará los procedimientos y las técnicas de monitoreo ambiental y su aplicación en programas de verificación durante la operación y en la postoperación de una mina.

**Contenido:**

1. Objetivo del monitoreo
2. Monitoreo de suelos
3. Monitoreo de agua
4. Monitoreo de aire

## 7 Plan de cierre

**Objetivo:** El alumno aplicará los principios y herramientas de planeación para elaborar el plan de cierre de una operación minera.

**Contenido:**

1. Los aspectos ambientales en la planeación de operaciones mineras
2. La etapa de postoperación
3. Herramientas de planeación
4. Criterios para un plan de cierre
5. Aplicación de la normatividad ambiental
6. Aspectos económicos de un plan de cierre

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

FOURIE ANDY, Tibbett Mark

*Mine Closure 2012 Proceedings*

Australia

Australian Centre for Geomechanics, 2012

Cierre de minas

HUSTRULID WILLIAM, McCarter Michael, VAN ZYL DIRK,

*Slope Stability in Surface Mining*

Colorado.

Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc, 2000

Estabilización de obras

LOTTERMOSERBERND

*Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts* 2nd. Edition.

New York.

Springer, 2007

Manejo de drenaje ácido

SPITZ, Karlheinz

*Mining and the Environment : From Ore to Metal*

London

Taylor & Francis, 2008.

- STEGMANN R., Brunner G., CALMANO W. AND MATZ G.,  
*Treatment of Contaminated Soils*  
 Germany  
 Springer, 2001  
 Caracterización y remediación
- TERRY NORMAN AND BAÑUELOS GARY  
*Phytoremediation of Contaminated Soils and Water*  
 EE.UU.  
 Lewis Publishers, 2000  
 Caracterización y remediación
- UNEP / UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME  
*Mine Rehabilitation or Environment and Health Protection*  
 EE.UU.  
 United Nations Publications, 1998  
 Plan de cierre
- YOUNGER PAUL, Banwart Steven And Hedin Robert  
*Mine Water Hydrology, Pollution, Remediation*  
 London  
 Kluwer Academic Publishers, 2002  
 Manejo de drenaje ácido

#### Referencias de internet

- AUSTRALIA GOVERNMENT  
*Mine Rehabilitation*  
 2013  
 en : [http://www.dmp.wa.gov.au/documents/mine\\_rehab.pdf](http://www.dmp.wa.gov.au/documents/mine_rehab.pdf)
- ENVIRONMENT AUSTRALIA  
*Landform design for rehabilitation*  
 2013  
 en : <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMLandform.pdf>
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY  
*Rehabilitation and revegetation*  
 2013  
 en : <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMRehab.pdf>
- ROBERTSON A. Y SHAW S.  
*Mine Closure*  
 2013  
 en : <http://www.infomine.com/publications/docs/E-Book%202002%20Mine%20Closure.pdf>

US-EPA

*Abandoned mine site characterization and cleanup handbook 2013*

en : <http://www.epa.gov/superfund/policy/remedy/pdfs/amscch.pdf>

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**DEPÓSITOS DE RESIDUOS MINEROS**

**3092**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Gestión Ambiental en Minería

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno identificará los tipos de residuos mineros, sus características y las alternativas de almacenamiento, y aplicará los conocimientos básicos de la mecánica para el diseño de depósitos de almacenamiento.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Los residuos mineros	8.0
2.	Almacenamiento de residuos	12.0
3.	Diseño de los depósitos de residuos	16.0
4.	Operación de los depósitos de jales	12.0
5.	Operación de terreros	8.0
6.	Medidas de control en depósitos de residuos	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Los residuos mineros

**Objetivo:** El alumno identificará los tipos de residuos mineros y sus características, así como los riesgos que representan para el ambiente y la normatividad ambiental en la materia.

**Contenido:**

1. Procesos de generación
2. Tipos de residuos mineros (jales, terrero estéril, terrero lixiviación, residuos del carbón)
3. Implicaciones del manejo de residuos en la operación minera
4. Riesgos que representan para el ambiente
5. Caracterización física, química y mineralógica de los residuos
6. Normatividad ambiental en materia de residuos mineros

## 2 Almacenamiento de residuos

**Objetivo:** El alumno identificará los tipos de almacenamiento de residuos y aplicará los criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales para la selección del sitio.

**Contenido:**

1. Terreros de material estéril
2. Pilas de mineral agotado de procesos de lixiviación
3. Depósitos de jales
4. Criterios para la selección del sitio
5. Estudios previos (topografía, hidrología, sismicidad, geotécnica, vulnerabilidad, impacto ambiental, meteorología, etc.)

## 3 Diseño de los depósitos de residuos

**Objetivo:** El alumno aplicará los métodos de evaluación de estabilidad para el diseño de un depósito de residuos mineros.

**Contenido:**

1. Análisis de las condiciones topográficas del sitio.
2. Caracterización física del residuo (propiedades índice y propiedades mecánicas)
3. Determinación de las condiciones mecánicas del suelo
4. Determinación de la capacidad de almacenamiento y configuración del depósito
5. Determinación de la carga hidráulica
6. Proyección de taludes
7. Evaluación de la estabilidad de taludes
8. Determinación del factor de seguridad

## 4 Operación de los depósitos de jales

**Objetivo:** El alumno distinguirá los métodos de almacenamiento de jales y determinará los factores que pueden originar fallas en los depósitos, así como las consecuencias.

**Contenido:**

1. Depósitos convencionales (manejo de jales en pulpa)
2. Depósitos de jales espesados y jales secos
3. Jales como material de relleno
4. Estabilidad de depósitos de jales y factores que originan fallas
5. Revisión de estudios de caso

## 5 Operación de terreros

**Objetivo:** El alumno identificará los métodos de construcción y operación de almacenamientos de material estéril

(terreros) y de pilas de lixiviación de mineral para aplicar las medidas de protección en el sitio y asegurar la estabilidad de los depósitos.

**Contenido:**

1. Formas de disposición de material estéril (relleno de valles, relleno transversal al valle, en ladera del valle, relleno en la cima, apilamiento)
2. Conformación de depósitos de material estéril
3. Medidas de control para la estabilidad de depósitos de material estéril
4. Preparación del sitio para terreros de lixiviación
5. Construcción y operación de terreros de lixiviación
6. Medidas de seguridad en procesos de lixiviación

**6 Medidas de control en depósitos de residuos**

**Objetivo:** El alumno aplicará los instrumentos para el control de la estabilidad de los depósitos de residuos de acuerdo a las condiciones del sitio.

**Contenido:**

1. Instrumentación (piezómetros, simógrafos, inclinómetros)
2. Referencias fijas
3. Control del nivel de agua
4. Reforzamiento de taludes
5. Suavizado de taludes
6. Recubrimiento

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS, Metalurgistas Y Geólogos De México, A.C., <i>Manual de presas y depósitos de jales</i> México AIMMGM, 1993	Varios
AYSEN, A. <i>Soil Mechanics: Basic Concepts and Engineering Applications</i> London Taylor & Francis, 2005	Varios
BUDHUM. <i>Soil Mechanics and Foundations</i> 2nd edition New Jersey. Wiley, 2010	Varios
CONAGUA <i>Manual de presas de jales</i> México Comisión Nacional del Agua, 2000	Varios
EPA <i>Tailings Containment</i>	Varios

Camberra

Environment Protection Agency. Australian Federal Environment Department, 1995

HUSTRULID WILLIAM, Mccarter Michael, VAN ZYL DIRK,

*Slope Stability in Surface Mining.*

Varios

Littleton, Colorado.

Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. 2000.

ICME UNEP

*Case Studies on Tailings Management*

Varios

Ontario

International Council on Metals and the Environment United Nations Environment Program, 1998

ICOLD UNEP

*Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences*

Varios

París

United Nations Environment Program. 2001.

JUÁREZ BADILLO, Eulalio Y Rico, ALFONSO.,

*Mecánica de suelos*

Varios

México

Limusa. 2007

LOTTERMOSERBERND

*Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts* 2nd Edition.

Varios

New York.

Springer, 2007.

SEMARNAT

*NOM-155-SEMARNAT-2007. Requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.* México

Varios

Diario Oficial de la Federación, 2010

SEMARNAT

*Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* México

Varios

Diario Oficial de la Federación, 2003.

SEMARNAT

*NOM-141-SEMARNAT-2003 Procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.* México

Varios

Diario Oficial de la Federación, 2004

SEMARNAT

*Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* México

Varios

Diario Oficial de la Federación, 2006

SPITZ, Karlheinz

*Mining and the Environment : From Ore to Metal*

Londres

Taylor & Francis, 2008.

USA-EPA

*Design and Evaluation of Tailings Dams.*

Varios

Washington.

Environmental Protection Agency, 1994

WHITLOW, Roy

*Fundamentos de mecánica de suelos*

Varios

México

CECSA, 2000

#### Referencias de internet

INFOMINE

*Infomine*

2013

en : [www.infomine.com](http://www.infomine.com)

TAILPRO

*Tailings.Info*

2013

en : <http://www.tailings.info/index.htm>

WISE

*Safety of Tailings Dams*

2013

en : <http://www.wise-uranium.org/mdas.html>

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X
X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



PROGRAMA DE ESTUDIO

**FENÓMENOS INTERFACIALES**

**3093**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los fenómenos interfaciales de adhesión, adsorción, hidrofobicidad, dispersiones coloidales y otros, y los aplicará en el análisis de los procesos de concentración de minerales y de otro tipo de materiales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Tensión superficial y ángulo de contacto	6.0
3.	Soluciones de compuestos con superficie activa	8.0
4.	Adsorción química y catálisis	6.0
5.	Adsorción de soluciones sobresólidos	8.0
6.	Dispersiones coloidales	8.0
7.	Propiedades ópticas y cinéticas de coloides	8.0
8.	Capas insolubles sobre agua	8.0
9.	Interfase sólido-gas	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá los conceptos básicos de las interfaces y los coloides para el procesamiento de minerales.

**Contenido:**

1. Estado coloidal.
2. Interfases.
3. Adsorción.
4. Fuerzas de Van der Waals en la ciencia de coloides.

## 2 Tensión superficial y ángulo de contacto

**Objetivo:** El alumno aplicará los principios y fundamentos de la tensión superficial y ángulo de contacto para el control de los procesos de flotación.

**Contenido:**

1. Propiedades termodinámicas de la interface.
2. Ángulo de contacto.
3. Medición de tensión superficial en líquidos, uso del equipo du Noüy.
4. Tensión interfacial.
5. Presión de vapor y curvatura de superficies.
6. Elevadas y bajas energías de superficie.

## 3 Soluciones de compuestos con superficie activa

**Objetivo:** El alumno comprenderá la variación en tensión superficial de soluciones acuosas y de los constituyentes puros para analizar su influencia en la aglomeración de los solutos en la interface y reducir la energía libre del sistema.

**Contenido:**

1. Trabajo de adhesión y cohesión
2. Tipos de mojado.
3. Tensión de desparramiento y tensión superficial crítica.
4. Acción de un agente humectante.
5. Detergencia. Solubilización.
6. Efecto de las miscelas en la actividad superficial.
7. Propiedades anfílicas y actividad superficial.
8. Variación de tensión superficial con la concentración.
9. Condiciones para la formación de miscelas.
10. Espesor y localización de una interface.
11. Ecuación de adsorción de Gibbs.
12. Verificación experimental de la ecuación de Gibbs.
13. Orientación de moléculas adsorbidas, en la interface solución-aire.
14. Regla de Traube.
15. Ley de gases bidimensional.

## 4 Adsorción química y catálisis

**Objetivo:** El alumno distinguirá la diferencia entre adsorción física y química, el efecto de la temperatura, además de las isothermas de adsorción química o químico-adsorción, para su aplicación en los procesos físico-químicos.

**Contenido:**

1. Consideraciones de energía en la adsorción química.
- 4.2 Isothermas de adsorción química.

3. Nuevas tendencias en los estudios de adsorción.
4. Catálisis heterogénea.
5. Heterogeneidad de superficie y actividad catalítica.
6. Constantes de velocidad y energías de activación de reacciones de superficie.

## 5 Adsorción de soluciones sobresólidos

**Objetivo:** El alumno analizará el fenómeno de competencia entre todos los componentes de una solución para determinar la adsorción de estos sobre la superficie del sólido.

**Contenido:**

1. Mediciones de la adsorción aparente.
2. Metodología para obtener isotermas individuales.
3. Adsorción de soluciones diluidas.
4. Factores que influyen en la adsorción de soluciones diluidas.
5. Clasificación de isotermas para la adsorción de soluciones diluidas.
6. El papel de la adsorción en la lubricación límite.

## 6 Dispersiones coloidales

**Objetivo:** El alumno discutirá las dispersiones coloidales, la clasificación de los coloides y su estabilidad para analizar su influencia en los fenómenos de sorción.

**Contenido:**

1. Aspecto histórico.
2. Clasificación de sistemas coloidales.
3. Sol.
4. Doble capa eléctrica.
5. Estabilidad y precipitación de soles liofóbicos.
6. Estabilidad de soles liofílicos.
7. Geles.
8. Emulsiones.
9. Espumas y capas líquidas delgadas.

## 7 Propiedades ópticas y cinéticas de coloides

**Objetivo:** El alumno diferenciará las principales propiedades ópticas y cinéticas de los coloides.

**Contenido:**

1. Masa molecular promedio en sistemas coloidales.
2. Dispersión de la luz.
3. Visibilidad y color de partículas coloidales.
4. Osmometría.
5. Reología.
6. Difusión.
7. Sedimentación.
8. Fenómenos electrocinéticos.

## 8 Capas insolubles sobre agua

**Objetivo:** El alumno identificará los parámetros que dan lugar a la formación de capas monomoleculares y polimoleculares para su aplicación en los procesos de modificación de la superficie de los minerales.

**Contenido:**

1. Desparramamiento sobre líquidos.
2. Formación de capas monomoleculares.

3. Primeros estudios sobrecapas.
4. Mediciones de presión superficial.
5. Potencial de superficie y viscosidad superficial.
6. Cambios de fase en capas.
7. Orientación de moléculas en capas.
8. Usos prácticos de capas superficiales.
9. Formación de capas sobresólidos.

## 9 Interfasesólido-gas

**Objetivo:** El alumno aplicará el fenómeno de adsorción en la elaboración de isothermas de adsorción aplicables en los procesos de flotación.

### Contenido:

1. Tipos de adsorción.
2. Medida de adsorción.
3. Rugosidad y porosidad de superficie.
4. Clasificación de isothermas de adsorción.
5. Condensación capilar.
6. Histerisis de adsorción.
7. Ecuaciones de adsorción en monocapas y microporos.
8. Presión de superficie de una capa adsorbida.
9. Adsorción en multicapas.
10. Derivación de la ecuación de B.E.T.
11. Teoría del potencial de adsorción.
12. Entalpías de adsorción.
13. Adsorción de mezclas gaseosas.
14. Activación de un sólido.
15. Algunas aplicaciones industriales de adsorción física.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ADAMSON, W.a.

*Physical Chemistry of Surfaces*

6th edition

Hoboken, New Jersey

Wiley, 1997

Interfase sólido-gas

ADAO DA LUZ, Benvindo, et al.

*Tratamento de Minérios.*

Río de Janeiro, Brasil

Centro de Tecnología Mineral, 1998

ARBITER, N.

*Beneficiation of Mineral Fines Problems and Research Needs*

New York.

AIME, Inc. Ann Arbor, 1978

AVCI, E.

*Electrolytic Recovery of Copper from Dilute Solution*

*Considering Environmental Measures* J. Appl. Electrochem, 1988

CONLEY, F. r.

*Practical Dispersion*

New York.

Wiley-VCH, 1996

DERJAGUIN, D. v., CHURAEV, N. v., MÜLLER, V. m.

*Surface Forces*

New York

Consultants Bureau, , 1987

HOBERG, H., VON HARRO, Blottnits

*Proceedings of the XX International Mineral Processing*

*Congress Aachen Alemania*

1997

HUNTER, Robert J.

*Foundations of Colloid Science, Vol I y II*

Oxford

Clarendon Press, 1987

MCBAIN, James W.

*Colloid Science*

Boston

Heath and Company

PAREKH, B. k., MILLER, J. d.

*Advances in Flotation Technology*

Colorado.

SME, 1999

POPIEL, W. j.

*Introduction to Colloid Science*

New York

Exposition Press Hicksville, 1978

Dispersiones coloidales

ROSEN, Milton J.

*Structure / Performance Relationships in Surfactants*

Washington, D. C.

American Chemical Society, 1984

SOMASUNDARAN, P., MARKOVIC, B., KRISHNAKUMAR, S., YU, X

*Colloid Systems and Interfaces Stability of Dispersions  
through polymer and Surfactant Adsorption.* New York

CRC Press, 1997

TADROS,F.  
*Solid / Liquid Dispersions*  
Florida  
Academic Press, 1987

VOYUTSKY,S.  
*Colloid Chemistry*  
Moscow  
Mir Publisher, 1978

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

REWAS 2004. GLOBAL SYMPOSIUM ON RECYCLING, Waste Treatment And Clean Technology

YARAR, Baki, SPOTTISWOOD, David J. (EDITORS)  
*Interfacial Phenomena in Mineral Processing*  
Rindge, New Hampshire  
Franklin Pierce College, 1981

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>HIDROGEOLOGÍA</b>		<b>1088</b>	<b>9 o 10</b>	<b>9</b>	
Asignatura		Clave	Semestre	Créditos	
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</b>		<b>INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	<b>INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA</b>		
División		Departamento	Licenciatura		
<b>Asignatura:</b>		<b>Horas/semana:</b>		<b>Horas/semestre:</b>	
Obligatoria	<input type="checkbox"/>	Teóricas	3.0	Teóricas	48.0
Optativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas	3.0	Prácticas	48.0
		Total	6.0	Total	96.0

**Modalidad:** Cursoteórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno integrará datos geológicos, conceptos matemáticos, herramientas computacionales y técnicas de estudio relacionados con el comportamiento del agua subterránea. Cuantificará las perturbaciones del flujo subterráneo de los diferentes tipos de acuíferos para aplicarlos en la solución de problemas de pruebas de bombeo.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Propiedades de los sistemas hidrogeológicos	10.0
3.	Hidráulica de acuíferos y teoría del flujo subterráneo	14.0
4.	Hidráulica de pozos	16.0
5.	Introducción a la modelación numérica de acuíferos	4.0
		48.0
Actividades prácticas		48.0
Total		96.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia del agua subterránea en el ámbito económico-político de la sociedad moderna. Analizar el estado de la hidrogeología en México y en el mundo.

**Contenido:**

1. Introducción a la hidrogeología.
2. Definición de hidrogeología, geohidrología, la profesión del hidrogeólogo y áreas afines.
3. Abundancia del agua dulce, elementos básicos del ciclo hidrológico e hidrología de superficie.
4. Relevancia y características de los acuíferos más importantes en el mundo.
5. El agua en México: estado actual, problemática, perspectivas futuras y administración
6. Marco legal nacional vigente. Ejemplos de países de vanguardia en la gestión hídrica.

## 2 Propiedades de los sistemas hidrogeológicos

**Objetivo:** El alumno analizará los conceptos fundamentales de la hidrogeología para aplicarlos en la solución de problemas numéricos.

**Contenido:**

1. Distribución del agua en el subsuelo: zona vadosa, franja capilar y zona saturada.
2. Hidroestratigrafía, hidrofacies y unidades hidrogeológicas.
3. Clasificación de sistemas acuíferos desde el punto de vista geológico.
4. Clasificación de sistemas acuíferos desde el punto de vista hidráulico.
5. Propiedades geológicas, hidráulicas y geoquímicas de los sistemas hidrogeológicos.

## 3 Hidráulica de acuíferos y teoría del flujo subterráneo

**Objetivo:** El alumno utilizará la teoría del flujo subterráneo en la caracterización del nivel energético en un acuífero.

**Contenido:**

1. Introducción.
2. Breve fundamentación de la mecánica de fluidos y su particularización en medios porosos.
3. Ecuación de Bernoulli en medios porosos. Nivel energético en acuíferos y carga hidráulica.
4. Teoría del flujo en medios porosos saturados: experimento y ley de Darcy. Limitaciones y aplicabilidad.
5. Sistemas locales, intermedios y regionales de flujo subterráneo.
6. Redes potenciométricas de flujo.
7. Particularidades de flujo en medios no laminares (rocas fracturadas y kársticas).
8. La ecuación general de flujo. Planteamiento, derivación en estado estacionario y transitorio y soluciones particulares.
9. Introducción de la hidrología en la zona vadosa: particularidades, conceptos, modelos y aplicación.
10. Práctica de laboratorio: caracterización del flujo subterráneo en un acuífero sintético.
11. Práctica de laboratorio (cómputo): visualización, caracterización y desarrollo de redes de flujo en acuíferos bidimensionales usando software de geostatística aplicada.

## 4 Hidráulica de pozos

**Objetivo:** El alumno caracterizará los diferentes tipos de acuíferos, mediante el análisis de las perturbaciones del flujo generadas por la extracción del agua subterránea mediante pozos.

**Contenido:**

1. Elementos básicos en la construcción de un pozo: métodos de perforación y componentes de diseño.
2. El concepto del problema directo e inverso en la hidráulica de pozos.
3. Soluciones analíticas de la ecuación general de flujo en régimen estacionario.
4. Interpretación de pruebas de bombeo a caudal constante en régimen estacionario.

5. Soluciones analíticas de la ecuación general de flujo en régimen transitorio.
6. Interpretación de pruebas de bombeo y recuperación a caudal constante en estado transitorio.
7. Particularidades del bombeo (medios fracturados, drenajes diferidos, pozos surgentes, etc.).
8. Metodología para el diseño de una prueba de bombeo.
9. Interpretación de pruebas de bombeo usando métodos numéricos.
10. Pruebas de bombeo a caudal variable y ensayos de eficiencia hidráulica en pozos de agua potable.
11. Caracterización hidráulica en medios de baja permeabilidad y acuíferos contaminados: pruebas Slug.
12. Introducción a la caracterización espacial de parámetros hidráulicos (perfiles de conductividad hidráulica con perforaciones Direct Push, tomografía hidráulica, modelación numérica inversa y ensayos de trazadores, entre otros métodos).
13. Práctica de laboratorio: simulación de los procesos de bombeo a caudal constante en un acuífero sintético.
14. Práctica de laboratorio (cómputo): uso de herramientas computacionales para la interpretación de pruebas de bombeo (Microsoft Excel y software comercial).
15. Práctica de campo: prueba de bombeo y/o recuperación de corta duración en un pozo de abastecimiento de la UNAM, Campus CU.

## 5 Introducción a la modelación numérica de acuíferos

**Objetivo:** El alumno empleará técnicas de análisis en la evaluación cuantitativa de acuíferos utilizando la modelación numérica.

**Contenido:**

1. Introducción y generalidades.
2. Diferencias entre la modelación analítica y numérica. Ventajas y limitaciones.
3. Modelación en diferencias finitas, elemento finito y volumen finito.
4. Metodología general para construir un modelo numérico de flujo y transporte de solutos.
5. Tipos de modelos más comunes y elementos del modelo MODFLOW (McDonald y Harbaugh, 1984).
6. Breve introducción a la modelación estocástica.
7. Práctica de laboratorio (cómputo): construcción de un modelo sencillo de flujo subterráneo usando MODFLOW.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

BRASSINGTON, R. <i>Field Hydrogeology. The Geological Field Guide Series</i> 3rd edition Chichester John Wiley & Sons, 2006	1,2
CUSTODIO, E., LLAMAS, R. <i>Hidrología subterránea</i> 2nd edición Barcelona Editorial Omega, 2010	Todos
DOMENICO, P., SCHWARTZ, F. <i>Physical and Chemical Hydrogeology</i> 2nd edition	2

New York  
John Wiley & Sons, 1997

FETTER, C.W.

*Applied Hydrogeology*  
4th edition

5

EUA

Prentice Hall, 2001

FREEZE, A. R., CHERRY, J. A.

*Groundwater*  
Englewood Cliffs

Todos

Prentice Hall, 1990

MARTÍNEZ-ALFARO, P. E., MARTÍNEZ-SANTOS, P., et al.

*Fundamentos de hidrogeología*  
1era edición

1,2

España

Ediciones Mundi-Prensa, 2006

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X
X
X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas

X
X

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en hidrogeología de campo, procesamiento de datos hidrogeológicos y evaluación cuantitativa de acuíferos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MINERALES NOMETÁLICOS**

**3094**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá la participación de los minerales no metálicos en la economía de la industria minera y planeará las operaciones de producción, beneficio y comercialización.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	2.0
2.	Producción nacional e internacional de los minerales no metálicos	8.0
3.	Origen, ocurrencia y principales métodos de explotación utilizados	10.0
4.	Aplicaciones en la industria de la construcción	8.0
5.	Materiales cerámicos y refractarios	6.0
6.	Minerales y rocas ornamentales	12.0
7.	Otros minerales con aplicación industrial	8.0
8.	Aspectos económicos en la explotación de minerales no metálicos	10.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno identificará los principales minerales no metálicos, sus características generales y sus usos en la industria para predecir las perspectivas a futuro que éstos tienen en el desarrollo del país.

**Contenido:**

1. Los minerales no metálicos, también denominados minerales industriales.
2. Antecedentes.
3. Desarrollo y perspectivas.

## 2 Producción nacional e internacional de los minerales no metálicos

**Objetivo:** El alumno determinará los datos de producción de minerales no metálicos para comprender la importancia económica que tienen éstos en la producción minera.

**Contenido:**

1. Producción nacional. Cooperativas, empresas de ejidatarios y particulares.
2. Producción internacional.
3. Participación económica en la producción minera nacional.

## 3 Origen, ocurrencia y principales métodos de explotación utilizados

**Objetivo:** El alumno investigará el origen y ocurrencia de los yacimientos de minerales no metálicos para determinar las variantes de los métodos de explotación que se pueden utilizar.

**Contenido:**

1. Yacimientos de origen ígneo.
2. Yacimientos de origen sedimentario.
3. Yacimientos metamórficos y de alteración superficial.
4. Principales variantes en los métodos de explotación utilizados.

## 4 Aplicaciones en la industria de la construcción

**Objetivo:** El alumno relacionará las características de los depósitos de materiales utilizados en la construcción para planear las operaciones de extracción y su posterior comercialización.

**Contenido:**

1. Materiales de construcción: cal, cemento, yeso, ladrillos, agregados para concreto, piedra.
2. Procesos de producción.
3. Comercialización de los materiales de construcción.

## 5 Materiales cerámicos y refractarios

**Objetivo:** El alumno señalará los minerales que se utilizan en la industria cerámica y los refractarios, y determinará los aspectos más importantes de sus procesos de industrialización así como su utilización.

**Contenido:**

1. Materiales cerámicos.
2. Materiales refractarios.
3. Procesos de producción.

## 6 Minerales y rocas ornamentales

**Objetivo:** El alumno conocerá la metodología para prospectar, evaluar, explotar y procesar minerales y rocas ornamentales.

**Contenido:**

1. Clasificación y comercialización de minerales y rocas ornamentales.
2. Metodología para evaluar minerales y rocas ornamentales.

3. Métodos de minado de minerales y rocas ornamentales.
4. Procesamiento y transformación de minerales y rocas ornamentales.

## 7 Otros minerales con aplicación industrial

**Objetivo:** El alumno evaluará otras aplicaciones industriales de los minerales no metálicos para desarrollar nuevos mercados en el ámbito nacional e internacional.

**Contenido:**

1. Industria del vidrio.
2. Abrasivos.
3. Industria de los silicatos.
4. Fertilizantes.
5. Industria del papel.
6. Industrias siderúrgica.
7. Otros minerales no metálicos y sus aplicaciones.

## 8 Aspectos económicos en la explotación de minerales no metálicos

**Objetivo:** El alumno aplicará los conocimientos económicos y financieros adquiridos para evaluar proyectos de explotación y comercialización de minerales no metálicos.

**Contenido:**

1. Consumo aparente, oferta y demanda.
2. Precios y costos. Márgenes de utilidad.
3. Economía de la explotación de minerales no metálicos.
4. Planeación, administración y evaluación de proyectos de inversión de minerales no metálicos.
5. Principales errores técnicos de evaluación.

---

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

JESSICA ELZEA KOGEL  
*Industrial Minerals & Rocks*  
Colorado.  
SME - AIME, 2006

Varios

KENNEDY, B.a.  
*Surface Mining*  
Colorado.  
SME-AIME

Varios

LEFOND, S.; BATER R. BRAD.  
*Industrial Minerals and Rocks.*  
New York.  
AIMMPI-Seeley W. Mudd Series

Varios

LÓPEZ JIMENO, Carlos  
*Manual de Rocas Ornamentales*  
Madrid  
López Jimeno Carlos, 2005

Rocas ornamentales

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

DGPM, Fifomi, SGM, Siam, DGM,  
*Páginas web en Internet*  
México  
Secretaría de Economía

Varios

SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
*Prontuario de la industria minerometalúrgica*  
México  
Secretaría de Economía

Capítulo 2

**Sugerencias didácticas**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Uso de software especializado
- Uso de plataformas educativas

X
X
X
X
X
X

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Búsqueda especializada en internet
- Uso de redes sociales con fines académicos

X
X
X

**Forma de evaluar**

- Exámenes parciales
- Exámenes finales
- Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

- Participación en clase
- Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MOLIENDA FINA Y ULTRAFINA**

**3095**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno aplicará los principios sobre reducción de tamaño en minerales para los procesos de molienda fina y ultrafina, así como para la selección de equipos, clasificación y aglomeración.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción.	4.0
2.	Fundamentos y fenómenos de la mecánica de la fractura.	8.0
3.	Nuevos desarrollos en molienda fina para materiales duros y para materiales blandos.	12.0
4.	Molienda por agitación. Molinos planetarios y oscilatorios y otros tipos.	10.0
5.	Clasificación de partículas finas y ultrafinas.	12.0
6.	Fundamentos y mecanismos de aglomeración de partículas finas y ultrafinas.	10.0
7.	Dispersión y floculación.	8.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

**1 Introducción.**

**Objetivo:** El alumno explicará la importancia de la molienda a tamaños finos y ultrafinos para la liberación de los minerales de interés.

**Contenido:**

1. Definición y necesidades de la molienda fina y ultrafina.
2. Leyes energéticas.
3. Distribución de energía en conminución.
4. Problemas y soluciones derivados del manejo de partículas finas.

**2 Fundamentos y fenómenos de la mecánica de la fractura.**

**Objetivo:** El alumno revisará los principios y fundamentos de la mecánica de fractura para el diseño de los sistemas demolienda.

**Contenido:**

1. Resistencia teórica y real de materiales.
2. Modelos de ruptura y resiliencia.
3. Velocidad de propagación de la ruptura y estado de tensión dinámica.
4. Destrucción de partículas individuales y valores técnicos característicos de la reducción de tamaño.
5. Clasificación de los equipos de reducción de tamaño de acuerdo a: tamaño de partícula y producto de molienda, dureza del material, material de transporte, medio de enfriamiento, fuerza introducida, movimiento de los medios de molienda, transporte del producto final.

**3 Nuevos desarrollos en molienda fina para materiales duros y para materiales blandos.**

**Objetivo:** El alumno identificará los principios y fundamentos de los equipos utilizados para moliendas finas de materiales duros y blandos, a fin de aplicarlos en el diseño de los procesos de molienda.

**Contenido:**

1. Estado de la técnica, nuevos desarrollos, rodillos a presión en molienda en húmedo, etc.
2. Fundamento del mecanismo de molienda universal turbo, trayectoria del movimiento y demanda de energía.
3. Principio de operación de la molienda en seco y húmedo por agitación molino MaxMill.
4. Bases de la molienda ultracentrífuga.
5. Fundamento de los molinos verticales de bolas por agitación.
6. Funcionamiento de la molienda autógena y semi-autógena.
7. Mecanismo de operación de la molienda por ultrasonido.

**4 Molienda por agitación. Molinos planetarios y oscilatorios y otros tipos.**

**Objetivo:** El alumno describirá los parámetros del funcionamiento de los equipos para la producción de partículas finas y ultrafinas, y determinará los criterios de selección de equipos con base en el tamaño final de la molienda, el consumo de energía y el costo de los equipos.

**Contenido:**

1. Parámetros de operación de molinos de agitación verticales y horizontales y aplicaciones.
2. Variables de operación de los molinos de impacto.
3. Parámetros de molinos de fricción.

**5 Clasificación de partículas finas y ultrafinas.**

**Objetivo:** El alumno explicará el fenómeno de dispersión de partículas finas para emplearlo en los procesos de separación.

**Contenido:**

1. Revisión de las operaciones unitarias de procesos con partículas- clasificación y mezclado.

2. Clasificación de micropolvos por métodos neumáticos.
3. Método PaRMAC (Particle Ratios Method for Agglomeration Characterization) para evaluar la distribución de tamaño de partículas para aglomeración.
4. Clasificación centrífuga con tobera de discos apilados.
5. Mallas modulares de clasificación.
6. Clasificación ultrasónica.

## 6 Fundamentos y mecanismos de aglomeración de partículas finas y ultrafinas.

**Objetivo:** El alumno distinguirá los métodos y mecanismos para efectuar una aglomeración eficaz de partículas minerales finas o ultrafinas.

### Contenido:

1. Aglomeración de partículas finas para procesamiento de minerales.
2. Mecanismos de unión en la aglomeración de partículas finas.
3. Mediciones de conductividad eléctrica para el control de la aglomeración de finos.
4. Aglomeración hidrofóbica en el beneficio de partículas finas.
5. Efecto de aglutinantes en el mecanismo de aglomeración.

## 7 Dispersión y floculación.

**Objetivo:** El alumno describirá los principios teóricos de la floculación y la ultrafloculación para desarrollar su aplicación práctica en el campo del procesamiento de minerales.

### Contenido:

1. Teoría y aplicaciones de la floculación.
2. Prueba de floculantes con ayuda de un hidrociclón.
3. Efecto del material fibroso en la floculación.
4. Tipos de floculantes y dispersantes.
5. Características estructurales de agregados floculados.

### Bibliografía básica

### Temas para los que se recomienda:

ARBITER, N.

*Beneficiation of Mineral Fines Problems and Research Needs.*  
(Eds. P. Somasundaran and N. Arbiter) New York.

Fundamentos y fenómenos

AIME, Inc. Ann Arbor, 1978

HERBST, J. A.

*Proceedings of the XIX International Mineral Processing Congress, de la SME* San Francisco

Nuevos desarrollos en molienda

XIX International Mineral Processing Congress, SME, 1995

HOBERG HEINZ Y VON BOTMITZ HARRO

*Proceedings of the XX International Mineral Processing Congress* Aachen, Alemania

Nuevos desarrollos en molienda

XX International Mineral Processing Congress, 1997

LASKOWSKI, J. S.

*Particle Size Enlargement in Mineral Processing.*

Clasificación de partículas

Hamilton Canadá

Proceedings of the Fifth UBC-McGill International Symposium on Fundamentals of Mineral Processing, 2004

MOSQUEDA FIERRO, Ma. Gpe.

*Optimización de los parámetros de molienda*

Nuevos desarrollos en molienda

UNAM, Facultad de Química

Tesis de licenciatura de la carrera de Ing. Químico Metalúrgico, 1987

PAHL, M.h.

*Zerkleinerungs-technik*

Varios

Koln

Fachbuchverlag Leipzig/Verlag TUV, 1993

SACHWEH, J.

*MaxxMill-Dry and Wet Grinding with Stirred Ball Mills in*

Molienda por agitación

*comparison with Conventional Tumbling Mills* Aufbereitungs Technik 41 Nr. 6, 2000

SOMASUNDARAN, P.

*Fine Particles Processing. Proceedings of the International*

Varios

*on Fine Particles Processing* Las Vegas

International on Fine Particles Processing, 1980

STAMBOLIADIS, E. Th.

*Energy Distribution in Comminution: A new approach to the*

Fundamentos y fenómenos

*laws of Rittinger, Bond and Kick* Canadian Metallurgical Quarterly, 2004

VARIOS AUTORES

*10 th European Symposium on Comminution*

Varios

Heidelberg, Alemania

VDI Gesellschaft (Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), 2002

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

REVISTAS: COLLOID SCIENCE, Aufbereitungs Technik, MINERAL PROCESSING,

Varios

Varios

Varios

Varios

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input checked="" type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

TEMAS SELECTOS

0948

9 o 10

8

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno adquirirá y aplicará los conocimientos correspondientes a temas de Ingeniería Minera que se consideran de actualidad y necesarios para satisfacer los requerimientos de los sectores productivos y de servicios.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Depende de los temas a tratar	60.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** Conocer los aspectos más relevantes del tema a abordar para su aplicación en el campo laboral.

**Contenido:**

1. Introducción al tema
2. Importancia del tema a abordar
3. Relación del tema con la industria minera

## 2 Depende de los temas a tratar

**Objetivo:** Depende de los temas a tratar

**Contenido:**

1. Depende de los temas a tratar.

---

### **Bibliografía básica**

### **Temas para los que se recomienda:**

Depende de los temas a tratar

### **Bibliografía complementaria**

### **Temas para los que se recomienda:**

Depende de los temas a tratar

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Formación académica: Licenciatura en Ingeniería de Minas y Metalurgista, profesionales con estudios de posgrado.

Experiencia profesional: Docencia e investigación, experiencia docente y/o laboral mínima de 3 años en el área.

Especialidad: Minería.

Aptitudes y actitudes: Enseñanza-aprendizaje, motivado hacia el aprendizaje, alta capacidad de abstracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**VENTILACIÓN**

**0914**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá los principios de operación que rigen los sistemas de ventilación en la minería subterránea para diseñar sistemas que permitan mejorar las condiciones de calidad de aire en los lugares de trabajo.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	4.0
2.	Conceptos básicos de la termodinámica aplicados a la ventilación	8.0
3.	La atmósfera de la mina y sus contaminantes	8.0
4.	Elementos de un sistema de ventilación de minas	24.0
5.	Diseño y operación de los sistemas de ventilación	20.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno reconocerá la necesidad de ventilar las minas subterráneas para mantener las condiciones de trabajo de forma óptima y segura.

**Contenido:**

1. Objetivos de la ventilación.
2. Antecedentes de la ventilación en las minas
3. Importancia de la ventilación.

## 2 Conceptos básicos de la termodinámica aplicados a la ventilación

**Objetivo:** El alumno repasará los aspectos teóricos de la termodinámica para aplicarlos en los sistemas de ventilación.

**Contenido:**

1. Repaso de algunos principios de termodinámica
2. Zonas de confort de temperatura y humedad para el ser humano
3. La carta psicométrica y sus diagramas independientes
4. Ejercicios

## 3 La atmósfera de la mina y sus contaminantes

**Objetivo:** El alumno distinguirá los requerimientos de la atmósfera de las minas así como el origen y naturaleza de sus contaminantes para establecer los mecanismos de control.

**Contenido:**

1. Definición de contaminantes y valores límite permitidos
2. Tabla: los gases de la mina y sus propiedades
3. Métodos de dilución
4. Definición de polvos y otros aerosoles
5. El movimiento Browniano y la Ley de Stokes

## 4 Elementos de un sistema de ventilación de minas

**Objetivo:** El alumno enlistará los elementos que conforman un sistema de ventilación para aplicarlos en el diseño.

**Contenido:**

1. Flujo de aire a través de galerías y ductos
2. Ventilación natural
3. Ventiladores, características, principios de funcionamiento y su ubicación.
4. Sistemas auxiliares de ventilación.
5. Mamparas, sellos, puertas y trampas de aire.
6. Cortinas y mangas, reguladores, cruces de aire.
7. Ejercicios.

## 5 Diseño y operación de los sistemas de ventilación

**Objetivo:** El alumno desarrollará los conocimientos adquiridos en el análisis y solución de casos prácticos mediante el diseño y operación de sistemas de ventilación.

**Contenido:**

1. Redes de ventilación
2. Intersecciones y nodos
3. Mallas o circuitos
4. Ejercicios
5. Análisis de casos prácticos

**Bibliografía básica****Temas para los que se recomienda:**

HALL, C.J.

*Mine Ventilation Engineering*

New York

American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Society of Mining Engineers, 1981

Todos

HARTMAN, Howard

*Mine Ventilation and Air Conditioning*

3rd edición

New York

J. Wiley, 1997.

Todos

MCPHERSON, Malcolm J.

*Subsurface Ventilation and Environmental engineering*

London

Chapman and Hall, 1992.

Todos

PANIGRAHI, D C (EDITOR)

*Mine Ventilation*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2009

SALTER, Charles, WABNER, Robert

*Ventilation in Mines*

Whitefish, Montana

Kessinger Publishing, LLC, 2010

**Bibliografía complementaria****Temas para los que se recomienda:**

CORY, W. T. W

*Fans & ventilation : a practical guide*

Amsterdam

Elsevier, 2005.

Ventiladores

MINE VENTILATION SYMPOSIUM

*Proceedings of the 7th US Mine Ventilation Symposium*

Littleton, Colorado

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1995

Casos prácticos

VEDAVARZ, Ali

*HVAC : Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning**for Design and Implementation* New York

Industrial Press, 2007.

Tablas de confort

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Uso de software especializado	X
Uso de plataformas educativas	X

Lecturas obligatorias	X
Trabajos de investigación	X
Prácticas de taller o laboratorio	
Prácticas de campo	X
Búsqueda especializada en internet	X
Uso de redes sociales con fines académicos	

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	X
Exámenes finales	X
Trabajos y tareas fuera del aula	

Participación en clase	
Asistencia a prácticas	

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ing. de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad en la disciplina y en didáctica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**VOLADURA DE ROCAS**

**3097**

**9 o 10**

**8**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

**INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA**

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 4.0

Prácticas 0.0

Total 4.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 64.0

Prácticas 0.0

Total 64.0

**Modalidad:** Cursoteórico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno conocerá los principios teóricos del trabajo de los explosivos y los principios de la perforación en roca para aplicarlos en el diseño de voladuras como medio de fragmentación de la roca.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Explosivos	8.0
2.	Perforación	16.0
3.	Vibraciones y ruido	16.0
4.	Aplicaciones del diseño de voladuras	14.0
5.	Estudio de casos específicos	10.0
		64.0
	Actividades prácticas	0.0
	Total	64.0

## 1 Explosivos

**Objetivo:** El alumno explicará la teoría de los explosivos para su aplicación como medio para fragmentar la roca.

**Contenido:**

1. Teoría del trabajo de los explosivos.
2. Explosivos industriales.
3. Sistemas de inicio.
4. Fragmentación.
5. Seguridad en el manejo de explosivos

## 2 Perforación

**Objetivo:** El alumno distinguirá los principios de la perforación en roca para aplicarlos en el diseño de plantillas de perforación en obras mineras.

**Contenido:**

1. Planteamiento técnico de los disparos.
2. Caracterización de macizos rocosos.
3. Perforación.
4. Plantillas para voladuras a cielo abierto.
5. Plantillas para voladuras subterráneas.
6. Consumo de explosivos
7. Equipos de perforación

## 3 Vibraciones y ruido

**Objetivo:** El alumno distinguirá la causa, propagación y efecto de las vibraciones y ruido de las voladuras para poder analizar y predecir el comportamiento de dichos efectos.

**Contenido:**

1. Vibraciones. Registros, tipo y análisis.
2. Criterios de predicción.
3. Optimización de los controles de vibración.
4. Golpe de aire y ruido.
5. Predicción de errores de voladuras.
6. Tratamiento de errores de voladuras.

## 4 Aplicaciones del diseño de voladuras

**Objetivo:** El alumno desarrollará los conceptos teóricos de los explosivos y la perforación en roca para el diseño de voladuras en obras mineras.

**Contenido:**

1. Aplicaciones en tajo abierto.
2. Aplicaciones en canteras.
3. Aplicaciones en granitos y mármoles (grandes bloques).
4. Trabajos civiles.
5. Cuello de obras subterráneas.
6. Minas subterráneas de carbón.
7. Cálculos económicos del uso de explosivos.
8. Medidas de seguridad.

## 5 Estudio de casos específicos

**Objetivo:** El alumno desarrollará los conocimientos adquiridos en el curso en casos para el diseño de voladuras en

casos específicos.

**Contenido:**

1. Cieloabierto.
2. Minas subterráneas de carbón.
3. Minas subterráneas.
4. Obras civiles.

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

AJOY K. GHOSE, Akhilesh Joshi

*Blasting in Mining - New Trends*

Boca Raton, Florida.

CRC Press, 2012

ATLAS DE MÉXICO

*Uso de explosivos en México*

México

Atlas de México, 1988

Varios

DOWDING, Charles H.

*Blast Vibration Monitoring and Control*

Ottawa.

Prentice Hall, 1985

Vibraciones

DUPONT

*Manual para el uso de explosivos*

México

Dupont, 1987

Varios

HEMPHILL, Gary B.

*Blasting Operations*

New York.

Mc. Graw Hill, 1981

Aplicaciones

LANGEFORS, U. / Kihlstrom, B.,

*Técnica moderna de voladura de rocas*

Madrid

Ediciones Bilbao, 1976

Varios

**Bibliografía complementaria**

**Temas para los que se recomienda:**

ATLAS COPCO

*Manual de aire comprimido*

Madrid

Atlas Copco, 1988

Aplicaciones

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral  
 Exposición audiovisual  
 Ejercicios dentro de clase  
 Ejercicios fuera del aula  
 Seminarios  
 Uso de software especializado  
 Uso de plataformas educativas

X
X
X

Lecturas obligatorias  
 Trabajos de investigación  
 Prácticas de taller o laboratorio  
 Prácticas de campo  
 Búsqueda especializada en internet  
 Uso de redes sociales con fines académicos

X
X

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales  
 Exámenes finales  
 Trabajos y tareas fuera del aula

X
X

Participación en clase  
 Asistencia a prácticas


**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero de Minas y Metalurgista o carrera afín. Deseable haber realizado estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad, contar con experiencia docente o haber participado en los programas de formación docente de la Facultad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

YACIMIENTOS MINERALES  
Y TÉCNICAS ANALÍTICAS

2099

9 o 10

9

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA EN CIENCIAS  
DE LA TIERRA

INGENIERÍA GEOLÓGICA

INGENIERÍA DE  
MINAS Y METALURGIA

División

Departamento

Licenciatura

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas/semana:**

Teóricas 3.0

Prácticas 3.0

Total 6.0

**Horas/semestre:**

Teóricas 48.0

Prácticas 48.0

Total 96.0

**Modalidad:** Curso teórico-práctico

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno distinguirá los principales tipos de yacimientos minerales en México y en el mundo. Empleará técnicas analíticas para caracterizar minerales y comprenderá los fenómenos geoquímicos, con el propósito de resolver problemas en la exploración, explotación y beneficio de los yacimientos minerales.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Generalidades	6.0
2.	Provincias metálicas	6.0
3.	Modelos de yacimientos minerales	6.0
4.	Técnicas analíticas	12.0
5.	Tipos de yacimientos minerales	14.0
6.	Mineralogía aplicada en la explotación y beneficio de minerales	4.0
		48.0
	Actividades prácticas	48.0
	Total	96.0

## 1 Generalidades

**Objetivo:** El alumno identificará los requerimientos de materias primas minerales y sus perspectivas de exploración en México.

**Contenido:**

1. Necesidades y fuentes futuras de metales.
2. Panorama minero-metalúrgico de México.
3. Esquema de exploración en el marco geológico de la república mexicana

## 2 Provincias metálicas

**Objetivo:** El alumno distinguirá los diferentes tipos de provincias metálicas y metalogénicas. Analizará la validez y las aplicaciones de ambos tipos de provincias.

**Contenido:**

1. Provincias metalogénicas.
2. Provincias metálicas o mineras.
3. Consideraciones sobre los mapas de yacimientos minerales.

## 3 Modelos de yacimientos minerales

**Objetivo:** El alumno comprenderá la utilidad de los modelos de yacimientos minerales en la exploración local y regional.

**Contenido:**

1. Noción de modelo de yacimiento.
2. Tipología de los modelos de yacimientos.
3. Características que definen los diferentes modelos de yacimientos y su presentación.
4. Yacimientos gigantes y de clase mundial.
5. Tablas de fichas de tipos de yacimientos minerales.
6. Provincias metalogénicas de México.

## 4 Técnicas analíticas

**Objetivo:** El alumno comprenderá con detalle equipos, metodologías de técnicas analíticas y sus alcances para aplicar en la exploración, explotación y beneficio de yacimientos minerales.

**Contenido:**

1. Técnicas analíticas de caracterización mineral.
2. Otras técnicas.

## 5 Tipos de yacimientos minerales

**Objetivo:** El alumno distinguirá los principales tipos de yacimientos minerales y desarrollará la habilidad para generar la información mineralógica y geoquímica en problemas de exploración.

**Contenido:**

1. Principios de mineralogía aplicada y geoquímica.
2. Yacimientos de metales ferrosos.
3. Yacimientos de metales básicos.
4. Yacimientos de metales preciosos.
5. Yacimientos de metales ligeros.
6. Yacimientos de metales raros y muy raros.
7. Yacimientos de minerales no metálicos.

## 6 Mineralogía aplicada en la explotación y beneficio de minerales

**Objetivo:** El alumno comprenderá la importancia de la mineralogía para su aplicación en procesos de explotación y metalúrgicos de menas, así como en problemas de impacto ambiental.

**Contenido:**

1. Métodos de estudio.
2. Análisis de texturas.
3. Estudios de liberación y de distribución de tamaños.
4. Estudios de depósitos de jales y terreros y de remediación de drenaje ácido.

---

**Bibliografía básica**

**Temas para los que se recomienda:**

CLARK, K.f., SALAS-PIZÁ, G., CUBILLAS-ESTRADA, R.

*Geología Económica de México*

1,2 y3

2009

Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Servicio Geológico Mexicano

DHANA, Raju

*Handbook of Mineral Exploration and Ore Petrology:*

6

*Techniques and Applications* 2009

Geological Society of India

GUCSIK, A.

*Cathodoluminescence and its Application in the Planetary*

4

*Sciences* Berlin, 2009

Springer-Verlag

HOEFS, J.

*Stable Isotope Geochemistry*

4

Berlin, 2009

Springer-Verlag

LAZNICKA, P.

*Giant Metallic Deposits*

2,3 y5

Berlin, 2006

Springer-Verlag

LOTTERMOSER, B.g.

*Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental*

6

*Impacts* Berlin, 2007

Springer-Verlag

MISRA, K.c.

*Understanding Mineral Deposits*

1,2, 3 y5

Amsterdam, 2000

Kluwer Academia Publishers

PAGEL, M., BARBIN, V., BLANC, P., OHNENSTETTER, P.

*Cathodoluminescence in Geosciences*

4

Berlín, 2000  
Springer-Verlag

PETRUK, W.

*Applied Mineralogy in the Mining Industry* 6  
Amsterdam, 2000  
ElsevierScience

PRACEJUS, B.

*The Ore Minerals Under the Microscope: An Optical Guide* 4  
Amsterdam, 2008  
Elsevier

REED, S.j.b.

*Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron* 4  
*Microscopy in Geology* London, 2005  
Cambirdge University

ROEDDER, E.

*Fluids Inclusions* 4  
Reviews in Mineralogy, Vol. 12  
1984  
Mineralogical Society of America

SAMSON, I., ANDERSON, A., MARSHAL, D.

*Fluid Inclusions: Analysis and Interpretation* 4  
Vol. 23  
Ottawa, 2003  
Mineralogical Association of Canada ShortCourse

SYLVESTER, P.

*Laser-Ablation-ICPM in the Earth Science* 4  
Vol. 29  
Ottawa, 2001  
Mineralogical Association of Canada ShortCourse

#### **Bibliografía complementaria**

#### **Temas para los que se recomienda:**

CABRI, L.j., VAUGHAN, D.j.

*Modern Approaches to Ore and Environmental Mineralogy* 6  
Volume 27  
Ottawa, 1998  
Mineralogical Association of Canada ShortCourse

CULLITY, B.d., STOCK, S.r.

*Elements of X-Ray Diffraction* 4

Massachusetts,2001

Addison-Wesley

DIMITRAKOPOULOS,R.

*Advances in Orebody Modelling and Strategic Mine Planning* 3,5 y6

Melbourne,2010

The Australasian Institute of Mining and Metallurgy Spectrum Series 14

FAYEK,M.

*Secondary Ion Mass Spectrometry in the Earth Sciences:* 4

*Gleaning the Big Picture from a Small Spot* Vol.41

Toronto, 2009

Mineralogical Association of Canada ShortCourse

GOROBETS, B.s.,ROGOJINE,A.A.,

*Luminescent* 4

Moscú,2002

All-Russia Institute of Mineral Resources

GUCSIK,A.

*Micro-Raman Spectroscopy and Luminescence Studies in the* 4

*Earth and Planetary Sciences* Berlin,2009

AIP Conference Proceedings, Vol. 1163, Springer

KING, P.I., RAMSEY, M.s., SWAYZE, G.a.

*Infrared Spectroscopy in Geochemistry, Exploration* 4

*Geochemistry, and Remote Sensing* Volume 33

Ottawa, 2004

Mineralogical Association of Canada ShortCourse

PETRUK, W.

*Analysis applied to Mineral and Earth Sciences* 4

Vol.16

Ottawa, 1998

Mineralogical Association of Canada ShortCourse

RICHARDS, J.p.

*Mining, Society and a Sustainable World* 6

Berlin,2009

SpringerHeidelberg

SYLVESTER,P.

*Laser Ablation ICPMS in the Earth Sciences: Current* 4

*Practices and Outstanding Issues* Vol.40

Vancouver, 2008

Mineralogical Association of Canada ShortCourse

**Sugerencias didácticas**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero geólogo preferentemente con estudios de posgrado, con un mínimo de dos años de experiencia docente y con experiencia profesional en el área de conocimiento de los yacimientos minerales y la aplicación de técnicas analíticas como petrografía, mineragrafía y otras, en la exploración de yacimientos minerales.

## **ESTANCIAS OBLIGATORIAS**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ESTANCIA DE MÉTODOS  
DE MEDICIÓN MINERO-CARTOGRÁFICOS

Asignatura			Clave	Semestre	Sin valor Créditos
Ingeniería en Ciencias de la Tierra	Explotación de Minas y Metalurgia	Ingeniería de Minas y Metalurgia			
División	Departamento	Licenciatura			
<b>Asignatura:</b>	<b>Horas:</b>	<b>Total (horas):</b>			
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas <input type="text" value="0.0"/>	Semana <input type="text" value="4.0"/>			
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas <input type="text" value="48.0"/>	16 Semanas <input type="text" value="192.0"/>			

**Requisitos académicos obligatorios:** Para solicitar la estancia, el estudiante deberá haber acreditado las asignaturas Métodos de Medición Minero-Cartográficos y Fundamentos para la Explotación de Minas.

**Objetivo(s) de la estancia:**

El estudiante aplicará prácticamente los conocimientos teóricos aprendidos durante el curso Métodos de Medición Minero-Cartográficos.

**Temario**

**El programa incluye temas que se desarrollarán durante un periodo mínimo de 30 días en una unidad Minero – Metalúrgica, relacionados con la topografía de minas.**

**Se formulará un informe que incluya una descripción pormenorizada de los trabajos efectuados.**

**CONTENIDO:**

1. Manejo de instrumentos: Brújula colgante, Teodolito, (de ser posible también el antejo lateral) y/o Estación Total.
2. Levantamientos: Frentes, Cruceros, Tiros o Contratiros, Pozos o Cotrapozos, Localización de barrenos.
3. Nivelaciones: Nivelaciones con nivel, Trigonométrica con tránsito, Puentes de Vía o Piso.
4. Medición de obras de tumbe (rebajes); cálculos y estimaciones.
5. Planos de muestreo y cubicación de reservas. Cálculo de leyes medias.
6. Formulación de solicitudes de concesión, así como los trabajos periciales correspondientes, de acuerdo con lo estipulado en la Ley Minera y su Reglamento.
7. Organización de unidad. Condiciones socio-económicas. Medidas de Seguridad e Higiene.



## NOTAS:

1. Los contenidos en este programa son enunciativos, por lo que estarán sujetos a las condiciones de la unidad minero-metalúrgica al momento de su desarrollo.
2. Se recomienda que el alumno realice las estancias durante el desarrollo de sus estudios, una vez acreditada la asignatura antecedente, con el objeto de reafirmar los conocimientos teóricos adquiridos en la misma.

**Bibliografía básica:** Misma bibliografía empleada en el curso Métodos de Medición Minero-Cartográficos. Información particular obtenida en la unidad minera en donde se realicen las prácticas correspondientes.

**Bibliografía complementaria:****Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<input type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input type="checkbox"/>
Otras: Evaluación del informe de prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ESTANCIA DE EXPLOTACIÓN DE MINAS

Asignatura

Clave

Semestre

Sin valor

Créditos

Ingeniería en Ciencias de la Tierra

División

Explotación de Minas y Metalurgia

Departamento

Ingeniería de Minas y Metalurgia

Licenciatura

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

**Requisitos académicos obligatorios:** Para solicitar la estancia, el estudiante deberá haber acreditado las asignaturas de Fundamentos para la Explotación de Minas y Explotación de Minas Subterráneas en caso de que su área de interés consista en la minería subterránea o Fundamentos para la Explotación de Minas y Explotación de Minas a Cielo Abierto en caso de que su área de interés consista en la minería de superficie.

**Objetivo(s) de la estancia:**

Que el estudiante comprenda y aplique prácticamente los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas de Fundamentos para la Explotación de Minas, Explotación de Minas Subterráneas y Explotación de Minas a Cielo Abierto.

El programa incluye temas que se desarrollarán durante un periodo mínimo de 30 días en una unidad minera, relacionados con la operación de los métodos de Explotación de Minas, atendiendo a las características estructurales de la roca encajonante y el mineral

Se formulará un informe que incluya, entre otros puntos:

- Obras de desarrollo
- Reservas de mineral
- Obras de preparación
- Equipo y recursos físicos y humanos utilizados en el tumbe
- Estimación de costos unitarios en cada una de las etapas de la a hasta la c
- Organigrama del personal empleado

Contenido 1. Morfología y Génesis de los yacimientos.

Conocer obras de desarrollo tendientes a incrementar las reservas mineras de la empresa.

Contenido 2. Métodos de Explotación: Criterios utilizados en la selección de los métodos de explotación minera empleados.

Contenido 3. Sistemas de acarreo y servicios.

Contenido 4. Instalaciones auxiliares. Programas de mantenimiento. Organización de la Unidad. Condiciones Socioeconómicas.



Contenido 5. Seguridad e Higiene: Comisión Mixta de Seguridad e Higiene; Sistemas contra incendios y otros. Impacto Ambiental de las operaciones mineras y su prevención.

## NOTAS:

1. Los contenidos de este programa son enunciativos, por lo que estarán sujetos a las condiciones de la unidad minera al momento de su desarrollo.
2. Se recomienda que el alumno realice las prácticas durante el desarrollo de sus estudios, una vez acreditadas la (s) asignatura (s) antecedente (s), con el objeto de reafirmar los conocimientos teóricos adquiridos en dicha(s) asignatura (s).

**Bibliografía básica:** Bibliografía empleada en los cursos Fundamentos para la Explotación de Minas, Explotación de Minas Subterráneas y Explotación de Minas a Cielo Abierto.

**Bibliografía complementaria:** Información particular de la u nidad minera donde se realice la estancia correspondiente.

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral  
Exposición audiovisual  
Ejercicios dentro de clase  
Ejercicios fuera del aula  
Seminarios

  
  
  
  


Lecturas obligatorias  
Trabajos de investigación  
Prácticas de taller o laboratorio  
Prácticas de campo  
Otras

  
  
  
  

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales  
Exámenes finales  
Trabajos y tareas fuera del aula

  
  


Participación en clase  
Asistencias a prácticas  
Otras: Evaluación del informe de Prácticas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ESTANCIA DE METALURGIA

Asignatura

Clave

Semestre

Sin valor  
Créditos

Ingeniería en Ciencias de la Tierra

División

Explotación de Minas y Metalurgia

Departamento

Ingeniería de Minas y Metalurgia

Licenciatura

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

**Requisitos académicos obligatorios:** Para solicitar la estancia, el estudiante deberá haber acreditado las asignaturas Fundamentos de Metalurgia Extractiva y Preparación y Concentración de Minerales en caso de que su área de interés consista en las plantas de beneficio; o Fundamentos de Metalurgia Extractiva, Preparación y Concentración de Minerales e Hidro y Pirometalurgia en caso de que su área de interés consista en plantas de lixiviación y extracción por solventes o en fundiciones.

**Objetivo(s) de la Estancia:**

Que el estudiante comprenda y aplique prácticamente los conocimientos teóricos aprendidos en las asignaturas de Preparación y Concentración de Minerales, Hidro y Pirometalurgia.

**Temario**

Este programa incluye temas que se desarrollarán durante un periodo mínimo de 30 días en una Unidad Minero-Metalúrgica, relacionados con los procesos y sistemas de beneficio.

Formulará un informe que comprenda, entre otros puntos, los siguientes:

- a) Proceso Metalúrgico
- b) Diagrama de Tratamiento y equipo utilizado
- c) Reactivos usados
- d) Balance Metalúrgico
- e) Organigrama del personal empleado



PRÁCTICAS EN BENEFICIO DE MINERALES

CONTENIDO 1

Trituración y Molienda. Características de los equipos de trituración primaria y secundaria. Optimación de medios de molienda y energía empleada, concepto de índice de trabajo, velocidad crítica, consumo de kWh/t. Diagramas de flujo. Validación de la capacidad, selección y control del equipo. Criterios para establecer el equilibrio cuando exista cambio en el yacimiento. Conocimiento previo de los yacimientos por explotar. Programa de mantenimiento.

CONTENIDO 2

Medios de Clasificación. Ordenamiento del equipo. Material de construcción y eficiencia de separación. Diagrama de flujo. Grado de liberación seleccionado. Validación y selección del equipo. Programa de mantenimiento.

CONTENIDO 3

Métodos de Beneficio. Criterios de selección de los métodos de beneficio, con base en la diferencia en propiedades físicas y fisicoquímicas, entre el mineral de interés y los minerales asociados.

CONTENIDO 4

Balance Metalúrgico. Equipo auxiliar, espesadores, filtros, métodos de aglomeración. Impacto ambiental causado por los efluentes de los procesos y su prevención.

CONTENIDO 5

Estimación del costo del concentrado. Embarque y destino. Organización. Condiciones socio-económicas. Seguridad e Higiene.

NOTAS:

- 1.- Los contenidos de este programa son enunciativos, por lo que estarán sujetos a las condiciones de la unidad minero-metalúrgica al momento de su desarrollo.
2. Se recomienda que el alumno realice las estancias durante el desarrollo de sus estudios, una vez acreditada(s) la(s) asignatura(s) antecedente(s), con el objeto de reafirmar los conocimientos teóricos adquiridos en dicha(s) asignatura(s).

PRÁCTICAS DE PIRO E HIDROMETALURGIA

CONTENIDO 1

Tratamiento del concentrado o del mineral de cabezas . Tostación y/o aglomeración de acuerdo a la metalurgia que se piense seguir. Validación de la capacidad y tipo de equipo. Parámetros de operación. Diagrama de flujo y control de la operación.



CONTENIDO 2

Reducción. Selección del método de reducción con base en las impurezas asociadas. Equipos utilizados. Parámetros de los equipos. Consumo de energía por tonelada alimentada. Diagrama de flujo. Validación del proceso y equipo seleccionado.

CONTENIDO 3

Refinación. Selección del método de refinación con base en el uso de metal refinado y el tipo y concentración de las impurezas. Tipo y tratamiento de escorias o jales formados. Validación del proceso y equipo seleccionado. Diagrama de flujo.

CONTENIDO 4

Tratamiento de productos secundarios. Reciclado de metales. Separadores de polvos e Impacto Ambiental de los contenidos 1,2 y 3 y su prevención.

CONTENIDO 5

Organización. Medidas de Seguridad e Higiene. Aspectos Socioeconómicos. Programas de Mantenimiento.

NOTAS:

- 1.- Los contenidos de este programa son enunciativos, por lo que estarán sujetos a las condiciones de la unidad metalúrgica (fundición) al momento de su desarrollo.
2. Se recomienda que el alumno realice las estancias durante el desarrollo de sus estudios, una vez acreditada(s) la(s) asignatura(s) antecedente(s), con el objeto de reafirmar los conocimientos teóricos adquiridos en dicha(s) asignatura(s).

**Bibliografía básica:** Misma bibliografía empleada en los cursos Preparación y Concentración de Minerales, Hidro y Pirometalurgia.  
 Información particular obtenida en la unidad Minero-Metalúrgica, en donde se realicen las estancias correspondientes.

**Bibliografía complementaria:**

**Sugerencias didácticas:**

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios

<input type="checkbox"/>

- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Otras

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>



**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales


Exámenes finales

Trabajos y tareas fuera del aula

Participación en clase

Asistencias a prácticas

Otras: Evaluación del informe de prácticas

X