



Nombre de la asignatura o unidad de aprendizaje  
**INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AMBIENTAL**

Ciclo  
**INTRODUCTORIA**

Clave de la asignatura  
**101**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá un entendimiento claro de la problemática ambiental actual que implica la contaminación del aire, agua y suelo, así como las bases para la minimización del impacto de los contaminantes en nuestro ecosistema.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### **Unidad 1: Introducción a la ingeniería ambiental**

- Definición de conceptos
- Ingeniería ambiental
- Desarrollo sustentable
- Ecología
- Ecosistema
- Contaminante
- Contaminación
- Conciencia ecológica
- Ética ambiental
- Medio ambiente y su interacción con el desarrollo económico y tecnológico
- Relación entre población y recursos
- Procesos en Ingeniería ambiental
- Sistemas ambientales e interacciones
- Gestión ambiental e instrumentos de gestión

#### **Unidad 2: Contaminación del agua**

- Importancia del agua
- Ciclo hidrológico del agua
- Propiedades fisicoquímicas del agua
- Depuración natural del agua
- Factores que inciden en la depuración
- Cuantificación de contaminantes
- Contaminación de las aguas



Origen de la contaminación  
Tipos de contaminantes  
Parámetros utilizados para medir la contaminación del agua  
Efectos de la contaminación del agua  
Agua potable  
Pretratamiento del agua  
Tratamiento convencional  
Procesos avanzados  
Legislación  
Aguas residuales y clasificación  
Sistemas para tratamiento de aguas residuales  
Tratamiento de lodos  
Legislación

### **Unidad 3: Contaminación atmosférica**

#### **Importancia de la atmósfera**

Composición de la atmósfera  
Regiones de la atmósfera

#### **Origen de la contaminación**

Natural  
Antropogénico

#### **Contaminantes**

Primarios  
Secundarios  
Contaminantes de referencia

#### **Efectos de la contaminación del aire**

Efectos en la salud  
Efectos sobre los materiales  
Efectos sobre la vegetación  
Smog fotoquímico  
Inversión térmica

#### **Efectos globales de la contaminación del aire**

Lluvia ácida

#### **Destrucción de la capa de ozono**

Efecto de invernadero

#### **Meteorología**

Velocidad y dirección del viento  
Temperatura y humedad



Turbulencia  
Estabilidad atmosférica  
Efectos topográficos en la meteorología

### Legislación

## **Unidad 4: Contaminación por ruido**

### Introducción

Fuentes de contaminación  
Niveles de ruido en el ambiente

### Propiedades físicas del sonido

Ondas sonoras  
Potencial e intensidad sonora  
Decibelio  
Frecuencia  
Clasificación de los sonidos

### El ruido y las personas

Sonoridad y daño auditivo  
Patrón de exposición al ruido

### Medición del ruido

Medidores de nivel de sonido

### Control del ruido

### Legislación

## **Unidad 5: Contaminación del suelo**

### Introducción

### Fuentes de contaminación del suelo

### Contaminantes

Salinidad  
Plaguicidas  
Hidrocarburos  
Metales pesados

### Efectos de la contaminación del suelo

Efectos en la salud  
Efectos sobre la vegetación  
Contaminación de aguas subterráneas

### Tratamiento de suelos contaminados

Métodos físicos  
Métodos químicos  
Métodos biológicos



## Legislación

### **Unidad 6: Residuos**

#### Introducción

#### Residuos sólidos urbanos

- Origen y composición
- Propiedades
- Separación
- Almacenamiento y transporte
- Sistemas para tratamiento

#### Residuos peligrosos

- Definición y clasificación
- Gestión y transporte
- Métodos de tratamiento

#### Residuos de manejo especial

- Clasificación
- Gestión y transporte
- Métodos de tratamiento

#### Legislación

### **Unidad 7: Radiactividad**

#### Introducción

#### Origen de la radiactividad

- Natural
- Antropogénica

#### Tipos de contaminantes radiactivos

#### Efectos de la radiactividad en el ambiente

- Efectos a la salud
- Efectos ecológicos

#### Legislación

### **Unidad 8: Tratamiento biológico de gases**

- Biofiltros
- Características de los contaminantes de los gases
- Rellenos
- Diseño y parámetros de operación
- Aclimatación y condiciones transitorias
- Fenómenos biológicos encargados de la biodegradación de los gases



## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.



Nombre de la asignatura o unidad de aprendizaje

**MECANICA DE FLUIDOS**

Area

**FENOMENOLOGIA**

Clave de la asignatura

**102**

## **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

El alumno adquirirá los conocimientos básicos que le permitirán entender y predecir el comportamiento de los fluidos estáticos y en movimiento.

## **TEMAS Y SUBTEMAS**

### **Unidad 1: Introducción**

- Clasificación de los fluidos
- La condición de no-deslizamiento
- Presión de vapor y cavitación
- Viscosidad
- Tensión superficial y capilaridad

### **Unidad 2: Estática de fluidos**

- Introducción
- Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas sumergidas
- Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas
- Flotación y estabilidad
- Fluidos con movimiento de cuerpo rígido

### **Unidad 3: Ecuaciones de Bernoulli y de energía**

- Energía mecánica y eficiencia de bombeo
- La ecuación de Bernoulli
- Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli
- Análisis de energía en sistemas de flujo estable

### **Unidad 4: Análisis de momentum**

- Leyes de Newton y conservación del momentum
- Teorema del transporte de Reynolds
- Elección del volumen de control
- Fuerzas actuando en el volumen de control
- La ecuación del momentum lineal
- La ecuación del momentum angular



### **Unidad 5: Flujo en ductos**

- Introducción
- Flujos laminares y turbulentos
- La región de entrada
- Flujo laminar en ductos
- Flujo turbulento en ductos
- Perdidas menores
- Redes de tuberías y selección de bombas

### **Unidad 6: Flujo sobre cuerpos sumergidos**

- Introducción
- Arrastre y sustentación
- Fricción y presión de arrastre
- Coefficientes de arrastre y geometrías comunes
- Flujo paralelo sobre placas planas
- Flujo sobre cilindros y esferas
- Sustentación

### **Unidad 7: Flujo en canales abiertos**

- Introducción
- Olas superficiales
- Consideraciones de energía
- Flujo en canales de profundidad uniforme
- Flujo en canales con variación gradual
- Flujo con variación rápida
- Medición en canales

## **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

### **CONDUCCIÓN DOCENTE**

- Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.
- Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.
- Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación

### **ESTUDIO INDEPENDIENTE**

- Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.
- Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados



Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.



## **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**MATEMATICAS CON METODOS NUMERICOS**

AREA  
**LENGUAJES**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**103**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Proporcionar al estudiante, desde el punto de vista de su aplicación en ciencia y tecnología, es decir, como una forma de interpretación de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, las herramientas matemáticas necesarias tanto para el estudio como para el análisis de los fenómenos ambientales.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **Conceptos básicos**

Introducción a los métodos numéricos  
Interpolación y ajuste de curvas  
Solución numérica de ecuaciones algebraicas no lineales  
Matrices: Definición y clasificación.  
Operaciones con matrices  
Determinantes.  
Matriz inversa.

#### **Sistemas de ecuaciones lineales.**

Ecuación lineal de orden  $M \times N$  y tipos de solución  
Definición de sistemas de ecuaciones, homogéneas y no homogéneas.  
Solución de un sistema de ecuaciones lineales por los métodos de:  
- Eliminación Gauss y Gauss-Jordan – Solución numérica  
- Matriz inversa, por Gauss y adjunta – Los métodos LU  
Matrices singulares y errores numéricos  
El método de relajación

#### **Ecuaciones diferenciales de primer orden.**

Introducción.  
- Diferenciación numérica  
- Integración numérica  
Formulación de modelos matemáticos.  
Leyes Físicas que involucran modelos matemáticas.  
Clasificación  
Ecuaciones Diferenciales homogéneas.



### **Solución de ecuaciones diferenciales.**

- Solución de ecuaciones diferenciales de variable separable.
- Solución de ecuaciones diferenciales homogéneas.
- Solución de ecuaciones exactas.
- Solución de ecuaciones reducibles a exactas.
- Solución de ecuaciones lineales y reducibles a lineales.
- Método de variación de parámetro.
- Método de Series de Taylor
- Métodos de Euler
- Métodos de Runge-Kutta
- Métodos multivaluados

### **Ecuaciones diferenciales de orden superior**

- Introducción a los números complejos.
- Ecuaciones homogéneas
  - Independencia lineal y el Wronskiano.
  - Operadores diferenciales
  - Ecuación auxiliar: raíces distintas, repetidas y complejas.
  - Solución de ecuaciones diferenciales homogéneas.
- Ecuaciones no homogéneas.
  - Método de coeficientes indeterminados.
  - Solución por inspección.
  - Variación de parámetros
  - Reducción de orden. Ecuaciones de Cauchy Euler.
- Sistemas de Ecuaciones
- Método de Runge Kutta para sistemas de ecuaciones
- Sistemas "Stiff"

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>



Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.



## **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y ESTADISTICA**

AREA  
**ESTADISTICO**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**204**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Proporcionar al estudiante los fundamentos que le permitan conocer y saber todo lo relacionado con el control y el diseño de los experimentos.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

**TEMA 1** Introducción Sobre la Metodología de la Investigación y el Diseño de Experimentos. Códigos Actuales.

**TEMA 2** Estadística Descriptiva y Probabilidades.

**TEMA 3** Variables aleatorias discretas y continuas. Estimaciones.

**TEMA 4** Prueba de hipótesis.

**TEMA 5** Regresión Lineal Simple, Múltiple y Correlación.

**TEMA 6** Diseños con estadística no paramétrica.

**TEMA 7** Control estadístico de la calidad.

**TEMA 8** Experimentos Comparativos simples.

**TEMA 9** Experimentos con un Factor Simple: El Análisis de Varianzas.

**TEMA 10** Bloques al azar, cuadrados latinos y diseños relacionados.

**TEMA 11** Introducción al diseño factorial.

**TEMA 12** Diseño factorial  $2^k$ .

**TEMA 13** Bloques y bloques mezclados en el diseño  $2^k$ .

**TEMA 14** Diseño factorial a dos niveles. Planes saturados.

**TEMA 15** Diseño factorial a tres niveles y niveles mezclados en los diseños factoriales y factoriales fraccionados.

**TEMA 16** Modelos de ajustes por regresión.

**TEMA 17** Método de las superficies de respuesta y otras aproximaciones. Procesos de optimización.

**TEMA 18** Experimentos con factores aleatorios.



TEMA 19 Mallado y diseños split-plot.

TEMA 20 Otros diseños y análisis de los tópicos.

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### CALIDAD DEL AIRE

AREA <b>ESTUDIOS ATMOSFERICOS</b>
--------------------------------------

CLAVE DE LA ASIGNATURA <b>205</b>
--------------------------------------

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá conocimientos teórico-prácticos avanzados para proponer y desarrollar programas y estrategias de prevención de la contaminación atmosférica, así como diseñar e implementar metodologías y/o tecnologías de abatimiento que minimicen el impacto de emisiones contaminantes al medio ambiente.

#### TEMAS Y SUBTEMAS

##### TEMA 1 Introducción

Problemática de la Contaminación del Aire

Fuentes de Contaminación Atmosférica

Fuentes Naturales

Fuentes Antropogénicas

Tipos de Contaminantes

Gaseosos



Partículas

## **TEMA 2. Química Atmosférica**

Introducción

Radiación solar, absorción de luz y reacciones fotolíticas

Fundamentos químicos aplicados a los procesos atmosféricos

Procesos químicos y fotoquímicos en fase gaseosa del O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> y HC en la tropósfera

Química heterogénea y el ozono estratosférico

Química en fase líquida y la oxidación de azufre en la tropósfera

Técnicas de medición

## **TEMA 2 Tecnologías de control para contaminantes gaseosos**

Absorción

Tipos de Sistemas de Absorción

Procedimiento de Diseño

Factores a Considerar en el Diseño

Tipos de Solventes

Tipos de Empaques

Aplicaciones Específicas

Adsorción

Tipos de Adsorción

Tipos de Sistemas de Adsorción

Tipos de Adsorbentes

Procedimiento de Diseño

Aplicaciones Específicas

Condensación

Tipos de Condensación

Tipos de Condensadores

Procedimiento de Diseño

Aplicaciones Específicas

Incineración

Tipos de Incineradores

Procedimiento de Diseño

Tipos de Incineradores

Aplicaciones Específicas

Otros Métodos

Uso de Combustibles Alternos

Modificaciones de Proceso

Limpieza de Combustible



### **TEMA 3 Tecnologías de control para partículas**

Ciclones

Principio de Operación

Tipos de Ciclones

Procedimiento de Diseño

Aplicaciones Específicas

Lavadores

Principio de Operación

Tipos de Lavadores

Procedimiento de Diseño

Aplicaciones Específicas

Precipitadores Electroestáticos

Principio de Operación

Tipos de Precipitadores Electroestáticos

Equipo Complementario

Aplicaciones Específicas

Módulos de Bolsa

Principio de Operación

Tipos de Filtros

Técnicas de Limpieza

Aplicaciones Específicas

Otros Métodos

Uso de Combustibles Alternos

Modificaciones de Proceso

Limpieza de Combustible

### **TEMA 4. Emisiones Fugitivas**

Fuentes de emisiones fugitivas

Medidas preventivas

Métodos de captura y remoción

Aplicaciones específicas

### **TEMA 5. Casos de estudio**

Tecnologías de Control de Contaminantes producidos por Combustibles Fósiles

Tecnologías de Control de Contaminantes producidos en la Industria de Pulpa de Madera

### **TEMA 6. Factores en la selección del equipo de control**

Factor Ambiental

Factor Ingenieril



Factor Económico

Ventajas y Desventajas de los Equipos Disponibles en el Mercado

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**SIMULACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES**

AREA  
**ESTUDIOS ATMOSFERICOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**206**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proporcionar al estudiante los fundamentos que le permitan desarrollar por cuenta propia modelos matemáticos para la simulación de procesos contaminantes y bases para el control de los mismos.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### TEMA 1 EL PROBLEMA: CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

El problema histórico

¿Qué entendemos por contaminantes aéreos?

1.3 Emisiones contaminantes.



1.4 Efectos adversos.

1.5 Legislación en calidad del aire.

## **TEMA 2 HERRAMIENTAS-MODELACION MATEMATICA**

Modelos determinísticos vs. modelos estadísticos.

Observables

¿Por qué se modela la calidad del aire?

Tópicos de modelación.

Algunas consideraciones prácticas.

La modelación de los contaminantes desde el punto de vista filosófico.

Modelos de incertidumbre.

Fenómenos de rango corto y largo. Emisiones contaminantes

Emisiones contaminantes

Emisiones contaminantes

## **TEMA 3 METEOROLOGÍA DE LA CONTAMINACIÓN**

Condiciones neutras.

Condiciones inestables.

La estratificación de la capa límite planetaria (CLP).

Escalamiento en la capa superficial.

Escalamiento en capas ordenadas de la (CLP).

## **TEMA 4. MODELOS METEOROLOGICOS.**

Modelos de diagnóstico.

Modelos de pronóstico

## **TEMA 5. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE UNA PLUMA CONTAMINANTE.**

Formulaciones semi-empíricas de  $\Delta h$ .

Modelos de desarrollos de plumas.

Casos especiales.

## **TEMA 6. MODELACION DE ADSORCIÓN, PARTICIONAMIENTO E INTERFASES.**

Fundamentos.

Acumulación de solutos en interfases. Isoterma de adsorción de Gibbs.

Orientación molecular.

Equilibrio linear entre dos fases. Leyes de Dalton, Raoul y Henry

Particionamiento y separación en sistemas de flujos.

## **TEMA 7. MODELACION DE FLUIDOS MECÁNICOS EN EL MEDIO AMBIENTE.**



Fundamentos.

Ecuaciones de Navier-Stokes.

Fluidos estáticos y fuerzas de flotación.

Presiones modificadas Flujos superficiales libres.

Flujos estacionarios unidireccionales y rotacionales.

Flujos cortantes y viscosidad de fluidos newtonianos.

Flujos no estacionarios unidireccionales. Primer problema de Stokes.

Flujos de números de Reynolds bajos.

Fluidos ideales. Ecuación de Bernulli.

Momentos estacionarios viscosos en capas límites. Flujos turbulentos

### **TEMA 8. MODELACION EN EL TRANSPORTE DIFUSIVO DE MASAS.**

Introducción.

Termodinámica de la difusión.

Primera del de Fick y el transporte general difusivo.

El coeficiente de difusión.

Problemas de difusión en casos estacionarios.

La segunda ley de Fick y los estados no estacionarios de los procesos de difusión.

Los coeficientes efectivos de difusión en medios porosos.

### **TEMA 9. MODELACION EN LA DIFUSIÓN CONVECTIVA Y TRANSFERENCIA DE MASA.**

Ejemplo de difusión convectiva.

Ecuaciones de la difusión convectiva.

El transporte de masa en flujos laminares estacionarios.

Dispersión de Taylor –Aris.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Lagrange.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Euler

Transferencia de masa a lo largo de un tubo en régimen laminar con superficies reactivas.

Coeficientes del transporte de masa. Modelos y correlaciones en diferentes casos.

Transporte de masas en las interfases

### **TEMA 10. MODELACION EN LA FILTRACION Y TRANSPORTE DE MASAS EN MEDIOS POROSOS.**

Introducción.

Porosidad, velocidad y medios porosos continuos.

Los coeficientes de la dispersión mecánica molecular e hidrodinámica.

Ecuación de la dispersión en medios porosos y en medios homogéneos e isotrópicos.

Solución de la ecuación de la dispersión en un medio unidimensional infinito.



Caso de la cromatografía analítica.

Filtración.

## TEMA 11. CINÉTICA DE LAS REACCIONES ATMOSFERICAS

Introducción.

Reacciones de primer orden.

Reacciones de segundo orden.

Dispersión de Taylor – Aris.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Lagrange.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Euler

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**RADIACIÓN IONIZANTE: INTERACCIÓN Y DETECCIÓN**

AREA  
**RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**207**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Preparar al estudiante para realizar experimentos de determinación de la radiactividad natural y artificial, según las necesidades y las posibilidades a su alcance. Entender los fundamentos fenomenológicos de la radiactividad y las reacciones nucleares que después se aplican en los detectores, en las técnicas nucleares y en la protección radiológica. Entender



los mecanismos de interacción de la radiación ionizante que producen efectos detectables por los instrumentos y efectos dañinos a los sistemas vivos.

Conocer la estructura general de detección de la radiación ionizante. Entender y saber aplicar las definiciones fundamentales para caracterizar un experimento de detección de la radiación ionizante. Conocer el funcionamiento y las aplicaciones principales de los detectores gaseosos en los experimentos con radiación ionizante.

Conocer las características generales de la función de respuesta que produce cualquier detector espectrométrico de radiación gamma, las relaciones entre las posiciones y las formas de los picos y el fondo en los espectros, a partir de los mecanismos de interacción de la radiación gamma en los materiales. Conocer la detección de rayos gamma mediante la luminiscencia producida por la ionización y su conversión a pulsos eléctricos mediante el fotoefecto combinado con la multiplicación electrónica.

Conocer la detección de radiación ionizante mediante la ionización de la zona empobrecida y la generación y colección de portadores. Comprender el origen de la gran resolución energética de los detectores de semiconductores, en comparación con los gaseosos y los de centelleo. Aplicaciones de los detectores semiconductores a la medida de la radiactividad. Entender la función que realizan las diferentes etapas de procesamiento de los pulsos que salen de un detector hasta la producción de un espectro.

## **TEMAS Y SUBTEMAS**

### **Unidad 1: Introducción de Física Nuclear**

Masa y energía.

Sistemas cuánticos.

Producción de rayos X.

El núcleo atómico y algunas de sus características.

Radiactividad.

Ley experimental de la radiactividad y actividad instantánea.

Desintegraciones sucesivas.

Radiactividad alfa.

Radiactividad beta.

Radiación gamma.

Reacciones nucleares.

Reacciones de fisión y fusión nucleares.

Práctica de laboratorio: Período de semidesintegración.

### **Unidad 2: Interacción de la radiación ionizante con los materiales**

Partículas cargadas pesadas.

Electrones y positrones.

Rayos X y gamma.

Neutrones.

Práctica de laboratorio: Absorción de la radiación gamma por los materiales.

### **Unidad 3: Modelo general de un detector**



Función de respuesta de un detector.

Resolución.

Eficiencia.

Estadística de conteo y errores aleatorios.

Prácticas de laboratorio:

a) Medición de radiación. Fluctuaciones estadísticas y errores de medición de la radiactividad. Errores de magnitudes derivadas. Efecto del "fondo".

b) Obtención de un espectro diferencial de altura de pulsos. Calibración en energía. Identificación de isótopos.

#### **Unidad 4: Detectores gaseosos**

Regímenes de trabajo.

Eficiencia y características de conteo para diferentes voltajes de polarización.

Detectores de partículas cargadas.

Ventanas de entrada.

Cámara de ionización, modo de pulsos y modo continuo.

Uso en dosimetría.

Detector proporcional, coeficiente de multiplicación.

Detector Geiger Muller, apagado, tiempo muerto.

Práctica de laboratorio: El detector Geiger Muller.

#### **Unidad 5: Función de respuesta de los detectores de rayos gamma**

Fotopico, continuo y borde de Compton, picos de escape simple y escape doble.

#### **Unidad 6: Detectores de Centelleo**

Tubo fotomultiplicador electrónico.

Fotocátodo, dinodos, multiplicación electrónica.

Detector de NaI(Tl), mecanismo de fluorescencia.

Número de portadores y resolución energética.

Eficiencia y Resolución.

Aplicaciones de los detectores de centelleo en la medida de la radiactividad.

Práctica de laboratorio: El detector de centelleo de NaI(Tl). Estudio de la forma de un espectro simple. Determinación de la eficiencia y la resolución del detector.

#### **Unidad 7: Detectores de Diodos Semiconductores**

Modelo general del detector en forma de diodo semiconductor.

Detector de barrera superficial para partículas cargadas.

Detector de arrastre para rayos gamma.

Número de portadores y resolución energética.

Detector de Ge(Li) y HPGe.



Detector Si(Li).

Comparación entre los detectores de NaI (TI) y de germanio.

Práctica de laboratorio: El detector de diodo de Ge hiperpuro. Eficiencia de detección en geometrías simples. Medición de intensidades.

### Unidad 8: Sistemas espectrométricos

Fuente de alimentación.

Preamplificadores.

Amplificadores.

Contadores.

Espectrómetros monocanales y multicanales.

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**RADIATIVIDAD AMBIENTAL**

AREA  
**RADIATIVIDAD AMBIENTAL**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**208**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA



Proporcionar al estudiante los conocimientos sobre la existencia de radiactividad ambiental por causas naturales y antropogénicas, la evaluación de sus efectos sobre la salud y los métodos de remediación existentes.

Proporcionar al estudiante los elementos de las medidas de prevención para la protección radiológica.

## **TEMAS Y SUBTEMAS**

### **Unidad 1: Introducción**

Comportamiento de los radioisótopos en el medio ambiente.

Procesos de transferencia.

Parámetros para estimar la dosis.

Dispersión de radioisótopos en la atmósfera.

### **Unidad 2: Radiactividad en el aire**

Exposición por inhalación.

Contaminación atmosférica.

Precipitación global debida a las explosiones nucleares en la atmósfera.

Transporte de la contaminación por una fuente fija.

Accidente de Chernobyl.

Radón y sus descendientes en aire de interiores.

Fuentes de radón.

Concentración en el aire.

### **Unidad 3: Radiactividad terrestre**

Exposición externa.

Radioisótopos naturales en el suelo.

Radioisótopos depositados sobre el suelo.

Exposición interna. Ingestión.

Consumo de agua y alimentos.

Participación de los radioisótopos en la cadena alimenticia, desde el suelo hasta el humano.

Radioisótopos depositados en el ambiente acuático.

Radiactividad natural. Sustancias radiactivas naturales (NORM).

Radiactividad de los fertilizantes fosfatados.

Radiactividad en materiales de construcción.

Radiactividad en combustibles fósiles.

Tritio y Carbono-14.

### **Unidad 4: Seguridad radiológica**

Unidades de Exposición y de dosis absorbida.

La efectividad biológica relativa y la dosis equivalente.

Dosis efectiva.



- Dosimetría de la exposición externa.
- Dosimetría de la exposición interna.
- Efectos biológicos de la radiación.
- Dependencia de la dosis interna con el tiempo.
- La semivida biológica.
- Protección radiológica y límites de exposición.
- Instrumentación.

**Unidad 5: Vigilancia Radiológica Ambiental. Evaluación de dosis. Remediación.**

- Diseño y operación de la vigilancia radiológica ambiental.
- Evaluación de dosis por exposición interna y externa.
- Remediación.
- Evaluación del riesgo.
- Manejo del riesgo y el público.
- Medidas de remediación para suelo, aire y agua.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

**Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA**

AREA

CLAVE DE LA ASIGNATURA



## OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá los conocimientos básicos que le permitan determinar la calidad del agua de acuerdo a las necesidades de uso y podrá seleccionar y aplicar los diferentes procesos de tratamiento requeridos para obtener la calidad deseada en las diferentes aplicaciones de procesos, reuso, reciclado o descargas.

## TEMAS Y SUBTEMAS

### Unidad 1: Calidad y usos del agua

Características del agua y fuentes de abastecimiento

Criterios de calidad del agua

Legislación

Usos del agua

### Unidad 2: Sistemas de tratamiento

Potabilización

Tratamiento de aguas residuales

### Unidad 3: Tratamiento primario

*Muestreo y medición de flujos*

*Cribas, rejillas*

*Tanques de regulación*

### Unidad 4: Sedimentación

Partículas: tamaño, forma y distribución

Dispersiones coloidales

Sedimentación de partículas

Procesos de sedimentación

Diseño de tanques de sedimentación

### Unidad 5: Coagulación y floculación

Conceptos básicos

Desestabilización de coloides

Mecanismos de floculación

Precipitación química

### Unidad 6: Oxidación química

Conceptos generales

Oxígeno



Ozono

Cloro

### **Unidad 7: Intercambio iónico**

Ablandamiento de agua

Desmineralización del agua

Sistemas de intercambio iónico

### **Unidad 8: Procesos de tratamiento biológico**

Procesos aerobios

Procesos anaerobios

### **Unidad 9: Desinfección**

Características de los desinfectantes

Cloro y derivados

Luz ultravioleta

Ozono

### **Unidad 10: Tratamiento de lodos**

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

#### **Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE <b>BIOPROCESOS AMBIENTALES</b>
---



AREA  
**CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**210**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Que al término del curso el alumno tenga las herramientas básicas de biología e ingeniería para el desarrollo e implementación de procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales, residuos municipales e industriales y biorrestauración de suelos contaminados.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **Unidad 1: Ecología microbiana**

Clasificación de los organismos vivos  
Grupos de microorganismos  
Asociaciones de los microorganismos  
La célula bacteriana  
Composición química  
Estructuras de la célula  
Crecimiento celular  
Factores que influyen en el crecimiento y en la biodegradación  
Modelización del crecimiento y la biodegradación

#### **Unidad 2: Metabolismo y producción de energía**

Energía  
Energía libre de formación  
Energía de activación y enzimas  
Reacciones de oxidación y reducción  
Transporte de electrones y almacenamiento energético  
Procesos metabólicos

#### **Unidad 3: Biorreactores**

Anaerobios y aerobios  
Continuos y discontinuos  
Reactores de mezcla completa  
Reactores de biomasa en suspensión (lodos activados)  
Reactores de biomasa fija (biopelícula)  
Reactores de lecho fluidizado

#### **Unidad 4: Biodegradación de compuestos orgánicos**



Biodegradación de hidrocarburos  
Biodegradación de compuestos alifáticos halogenados  
Biodegradación de compuestos aromáticos halogenados

### **Unidad 5: Procesos biológicos para tratamiento de aguas residuales**

Proceso de lodos activados  
Procesos con biopelículas  
Eliminación biológica de nitrógeno  
Eliminación biológica de fósforo  
Tratamiento anaerobio de aguas residuales  
Tratamiento de lodos

### **Unidad 6: Biorremediación de suelos**

Definición del concepto de biorremediación  
Biorremediación in situ y ex situ  
Bioventilación  
Tratamiento en lechos  
Biorrecuperación en suspensión  
Factores que afectan la biorremediación  
Ventajas e inconvenientes de la biorremediación

### **Unidad 7: Biometanización y producción biológica de hidrógeno**

Biometanización  
Bioquímica y microbiología de la producción de metano  
Factores fisicoquímicos que afectan la biometanización  
Tecnologías para llevar a cabo la biometanización  
Producción de hidrógeno  
Microorganismos productores de hidrógeno  
Factores que afectan la producción de hidrógeno  
Fermentación oscura de hidrógeno  
Producción de hidrógeno fotobiológico

### **Unidad 8: Tratamiento biológico de gases**

Biofiltros  
Características de los contaminantes de los gases  
Rellenos  
Diseño y parámetros de operación  
Aclimatación y condiciones transitorias  
Fenómenos biológicos encargados de la biodegradación de los gases



## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

AREA

**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**211**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá los conocimientos básicos que le permitan desarrollar e implementar alternativas de prevención, tratamiento y disposición de residuos, así como minimizar el impacto ambiental en las diferentes etapas del ciclo de vida de los residuos.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Introducción

Conceptos básicos sobre residuos sólidos en México

Legislación ambiental de residuos

#### Unidad 2: Fuentes de generación y clasificación de los residuos sólidos

Ciclo de vida de los materiales



Identificación de residuos  
Estudios de exposición  
Análisis de riesgo  
Fuentes de generación

### **Unidad 3: Residuos sólidos municipales**

Propiedades  
Composición y caracterización  
Estimación cuantitativa  
Colección y Transporte

### **Unidad 4: Residuos peligrosos**

Identificación y caracterización  
Normatividad  
Residuos hospitalarios  
Residuos especiales

### **Unidad 5: Producción más limpia**

Prevención de la contaminación  
Estrategias para el manejo de residuos  
Reingeniería de procesos  
Reuso  
Reciclado

### **Unidad 6: Tecnologías para el tratamiento y reciclaje**

Procesos fisicoquímicos  
Procesos biológicos  
Estabilización y solidificación

### **Unidad 7: Disposición**

Rellenos sanitarios  
    Ubicación y selección del sitio  
    Factores socioeconómicos  
    Características del sitio  
    Componentes principales  
    Barreras de protección  
    Colección de lixiviados  
    Colección de gases  
    Métodos de operación



- Clausura y monitoreo
- Confinamiento de residuos peligrosos
- CIMARIS
- Selección de sitios
- Métodos de operación
- Factores importantes a considerar

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

AREA  
**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**212**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

.Al término del programa el alumno tendrá la capacidad para clasificar un residuo peligroso y proponer la mejor alternativa de tratamiento, transporte y disposición del mismo con base en sus características y en las tecnologías disponibles

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Conceptos básicos

Ambiente, contaminación y contaminantes



Contingencia ambiental  
Desarrollo sustentable  
Preservación, prevención y protección  
Impacto ambiental, residuos y residuos peligrosos  
Ciclo de vida de los materiales  
Sustancia peligrosa  
Material peligroso  
Actividad peligrosa  
Diferencia entre peligro y riesgo  
Centro de trabajo y ergonomía  
Espacio confinado  
Lugar y medio ambiente de trabajo  
Seguridad e higiene en el trabajo  
Servicios preventivos de seguridad e higiene  
Situación actual en el manejo y disposición de residuos peligrosos en México  
Acuerdos internacionales sobre el manejo de residuos peligrosos

## **Unidad 2: Medio ambiente y legislación**

Marco conceptual

- Clasificación de los residuos peligrosos en función de sus características
- Criterios de incompatibilidad de residuos

Legislación ambiental

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Leyes sectoriales
- Reglamentos
- NOMs

## **Unidad 3: Seguridad**

Definiciones

- Manejo, transporte y almacenamiento de materiales
- Sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas
  - Equipo de protección personal
  - Sistema de identificación de seguridad
- Sistema de comunicación de riesgos
- Hojas de datos de seguridad de los materiales (MSDS)
- Legislación Laboral respecto de materiales y residuos peligrosos
- Ley Federal del Trabajo
- Reglamentos Federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo
- Normas Oficiales Mexicanas



## **Unidad 4: Transporte y almacenamiento de materiales y residuos peligrosos**

### Definiciones

Transportista, destinatario y expendedor

Envases interior y envase exterior

Material peligroso, sustancia peligrosa y remanente

Sistema de identificación y clasificación de los materiales y residuos peligrosos por la SCT y la ONU

Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos (RTTMRP)

Normas Oficiales Mexicanas de la SCT en materia de almacenamiento y transporte de materiales y residuos peligrosos

Preparación de los documentos de embarque

Etiquetado de envases y embalajes

Carteles

Clasificación de envases y embalajes

Inventario de residuos peligrosos

## **Unidad 5: Tratamiento de residuos peligrosos**

### Instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos

Manejo del residuo

Almacenamiento temporal e instalaciones industriales de materiales y residuos peligrosos

Sitios de confinamiento de residuos peligrosos

## **Unidad 6: Tecnologías de tratamiento de residuos peligrosos**

### Incineración

Características operacionales

Oxidación húmeda

Combustión en lecho fluidizado

### Tratamiento térmico

### Biodegradación

Aerobia

Anaerobia

### Tratamientos físico-químicos

Precipitación química

Neutralización

Oxidación y reducción química

Ozonación

Estabilización – solidificación



## Unidad 7: Guía norteamericana de respuesta en caso de emergencia

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**TERMODINÁMICA**

AREA  
**EFICIENCIA ENERGETICA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**213**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá los conocimientos básicos que le permitirán entender el concepto de energía y su interacción con las sustancias. Se analizará el comportamiento de sustancias ideales y reales. Se desarrollarán los conceptos de cantidad y calidad de la energía y su aplicación a los procesos naturales e industriales. Se estudiará el comportamiento de la mezcla aire-vapor de agua, así como el comportamiento de los flujos compresibles.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Conceptos básicos

Sistemas cerrados y abiertos

Propiedades de un sistema

Estado y equilibrio

Procesos y ciclos



Formas de energía  
Energía y medio ambiente  
Temperatura y Ley Cero  
Presión

## **Unidad 2: Propiedades de las sustancias puras**

La sustancia pura  
Procesos de cambio de fase de las sustancias puras  
Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase  
Tablas de propiedades  
Ecuación del gas ideal  
Factor de compresibilidad  
Otras ecuaciones de estado  
Calores específicos  
Energía interna, entalpía y calores específicos para gases ideales  
Energía interna, entalpía y calores específicos para sólidos y líquidos

## **Unidad 3: Transferencia de energía por calor, trabajo y masa**

Transferencia de calor  
Transferencia de energía por trabajo  
Formas mecánicas del trabajo  
Principio de la conservación de la masa  
Trabajo de flujo

## **Unidad 4: Primera Ley de la Termodinámica**

Primera Ley  
Balance de energía en sistemas cerrados  
Balance de energía en sistemas con flujo estable  
Balances de energía en procesos con flujo no-estable

## **Unidad 5: Segunda Ley de la Termodinámica**

Introducción  
Fuente y sumidero de calor  
Maquinas térmicas  
Eficiencias en la conversión de energía  
Refrigeradores y bombas de calor  
Maquinas de movimiento perpetuo  
Procesos reversibles e irreversibles  
El ciclo de Carnot



Los principios de Carnot  
La escala termodinámica de temperatura  
La maquina de Carnot  
El refrigerador y la bomba de calor de Carnot

### **Unidad 6: Entropía**

El principio del aumento de la entropía  
Cambio de entropía en las sustancias puras  
Procesos isentrópicos  
Diagramas de propiedades que involucran a la entropía  
Que es entropía?  
Las relaciones Tds  
Cambio de entropía en líquidos y sólidos  
Cambio de entropía en gases ideales  
Trabajo de flujo reversible estable  
Minimizando el trabajo de compresión  
Eficiencia isentrópica de dispositivos de flujo estable  
El balance de entropía

### **Unidad 7: Mezclas de gases y psicrometría**

Composición de una mezcla de gases  
Comportamiento P-v-T de las mezclas de gases ideales y reales  
Propiedades de las mezclas de gases ideales y reales  
Aire seco y aire atmosférico  
Humedad específica y humedad relativa del aire  
Temperatura de rocío  
Temperatura de saturación adiabática y temperatura de bulbo húmedo  
La carta psicrométrica

### **Unidad 8: Flujo compresible**

Relaciones de gas ideal  
Numero de Mach y velocidad del sonido  
Categorías de flujos compresibles  
Flujo isentrópico de gases ideales  
Flujo de Fanno (adiabático con fricción)  
Flujo de Rayleigh (sin fricción con transferencia de calor)

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**



CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**TRANSFERENCIA DE CALOR**

AREA  
**EFICIENCIA ENERGETICA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**214**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proveer al estudiante de los conocimientos necesarios para entender, modelar y simular los fenómenos de transferencia de energía térmica en diferentes dispositivos físicos.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Mecanismos de transferencia de calor

Introducción

Conducción

Convección

Radiación

Mecanismos simultáneos de transferencia de calor

#### Unidad 2: Conducción en estado estable

Conducción en paredes planas

Resistencia térmica de contacto



Redes térmicas generalizadas  
Conducción en cilindros y esferas  
Radio crítico de aislamiento  
Transferencia de calor desde superficies aletadas  
Transferencia de calor en configuraciones comunes

### **Unidad 3: Convección forzada**

Mecanismos físicos de la convección  
Capa límite térmica  
Flujo paralelo sobre placas planas  
Flujo sobre cilindros y esferas  
Flujo en tuberías  
Análisis térmico generalizado  
Flujo laminar en ductos  
Flujo turbulento en ductos

### **Unidad 4: Convección natural**

Mecanismos físicos de la convección natural  
Ecuación de movimiento y el número de Grashof  
Convección natural sobre superficies  
Convección natural sobre superficies aletadas  
Convección natural en cavidades  
Convección natural y forzada combinadas

### **Unidad 5: Fundamentos de Radiación térmica**

Introducción  
Radiación térmica  
Radiación de cuerpo negro  
Intensidad de radiación  
Propiedades de la radiación  
Radiación atmosférica y solar

### **Unidad 6: Transferencia de calor por radiación**



El factor de forma  
Relaciones del factor de forma  
Superficies negras  
Superficies difusas y grises  
Escudos y efectos radiactivos

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

**Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA : <b>TECNOLOGÍA DE LOS COMBUSTIBLES</b>
--

AREA : <b>TECNOLOGIA DE LOS COMBUSTIBLES</b>
---

CLAVE DE LA ASIGNATURA : <b>215</b>
--

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA :  Estudiar todos los aspectos relacionados con las fuentes, suministro, procesamiento y uso de los combustibles, cubriendo las formas de reducir los problemas asociados con la quema de combustibles fósiles a través de sistemas de combustión limpios y eficientes así como de procesos alternativos de generación de energía.
---

TEMAS Y SUBTEMAS : 1 COMBUSTIBLES 1.1 Introducción 1.2 Propiedades de los combustibles gaseosos 1.3 Propiedades de los combustibles líquidos 1.4 Propiedades de los combustibles sólidos 1.5 Combustibles fósiles 1.6 Combustibles alternativos
--

- 2 FUNDAMENTOS DE COMBUSTIÓN
  - 2.1 Termodinámica de la combustión
  - 2.2 Estequiometría
  - 2.3 Energía química
  - 2.4 Equilibrio químico
  - 2.5 Cinética química - mecanismos de reacción
  - 2.6 Reacciones heterogeneas
- 3 PROCESOS DE COMBUSTION
  - 3.1 Afinación de máquinas térmicas
  - 3.2 Sistemas de combustión tradicionales
  - 3.3 Turbinas de gas
  - 3.4 Máquinas de combustión Interna
  - 3.5 Combustión en lechos fluidizados
  - 3.6 Ciclos combinados
  - 3.7 Incineradores
- 4 CONTAMINACION GENERADA POR COMBUSTIÓN
  - 4.1 Monóxido de Carbono
  - 4.2 Oxidos de Nitrógeno
  - 4.3 Oxidos de Azufre
  - 4.4 Hidrocarburos poliaromáticos
  - 4.5 Partículas
  - 4.6 Compuestos Orgánicos Halogenados
- 5 PROCESOS ALTERNOS DE APROVECHAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES
  - 5.1 Procesos de gasificación
  - 5.2 Coquización
  - 5.3 Reformación
  - 5.4 Ciclos químicos
  - 5.5 Celdas de combustible

#### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li> <li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li> <li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li> <li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li> </ul>

#### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas



El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

**MICROMETEOROLOGÍA**

AREA

**ESTUDIOS ATMOSFÉRICOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**316**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

**Proporcionar al estudiante los fundamentos que le permitan adquirir conocimientos sobre los mecanismos de intercambio a nivel de meso y micro escala meteorológica.**

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **TEMA 1 Introducción**

Panorama de la Micrometeorología

Micrometeorología vs. Microclimatología

Importancia y Aplicación de la Micrometeorología.

#### **TEMA 2 Balance energético cerca de la superficie**

Flujo energético en una superficie ideal.

Ecuaciones del balance de energía.

Balance energético en superficies desnudas.

Balance energético en sistemas cerrados.

Balances Energéticos en superficies de agua.

#### **TEMA 3 Balance Radiactivo cerca de la superficie**

Leyes de la Radiación y Definición.

Radiación de longitud de onda corta.

Radiación de longitud de onda larga.

Balance radiactivo cerca de la superficie.

Observaciones de balance radiactivo.

Divergencias de flujo radiativo.

#### **TEMA 4 Temperatura del suelo y transferencia de calor**

Temperatura de la Superficie.

Temperaturas del subsuelo.



Propiedades térmicas del suelo.

Teoría de la transferencia de calor del suelo.

Propagación de ondas térmicas en el suelo.

Mediciones y parametrizaciones de flujos de calor en el suelo

### **TEMA 5 Temperatura del aire y humedad en la capa límite planetaria (CLP).**

Factores de influencia de la temperatura del aire y de la humedad

Relaciones termodinámicas básicas y ecuaciones de la energía.

Conceptos locales y no locales de estabilidad estática.

Capas mezcladas e inversiones.

Temperatura vertical y perfil de humedad.

Variaciones diurnas.

### **TEMA 6 Distribución del viento en la capa límite planetaria (CLP).**

Factores de influencia de la distribución del viento.

Vientos geostroficó y térmicos.

Efectos de la fricción en los balances de fuerzas.

Variaciones diurnas.

### **TEMA 7 Capas límite neutras cercanas.**

Leyes de los perfiles de velocidad.

Parámetros de rugosidad superficial.

Leyes de resistencia y arrastre superficial.

Turbulencia.

### **TEMA 8 Capas límite térmicamente estratificadas.**

Teoría de la Similaridad de Monin-Obukhov.

Formas empíricas de funciones de similaridad.

Perfiles de vientos y de temperaturas.

Relaciones de transferencia de calor y arrastre.

Métodos de determinación de momentos y flujos de calor.

### **TEMA 9 Evaporación desde superficies homogéneas.**

El proceso de evaporación.

Evaporación y evapotranspiración potencial.

Relaciones de Similaridad de Monin-Obukhov modificadas.

Métodos micrometeorológicos de determinar evaporación.



## TEMA 10 Capa límite atmosférica estratificada.

Tipos de capas atmosféricas límites.

Teorías similares de CLP.

Modelos matemáticos de CLP.

Parametrizaciones de CLP.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS**

AREA  
**ESTUDIOS ATMOSFERICOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**317**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Presentación de los aspectos básicos sobre el buen manejo de filtros en laboratorios y en el campo.

Conocer las herramientas disponibles para la caracterización de las partículas suspendidas y su aplicación en la gestión ambiental. Conocer los elementos de la microscopia electrónica de barrido con microespectrometría acoplada

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **TEMA 1 Introducción al estudio de las partículas.**

Generalidades de las partículas atmosféricas.

Fuentes de Emisión y procesos de formación en la atmósfera.

Efectos de las partículas en la visibilidad, los materiales la vegetación y la salud.

Principales componentes químicos.

#### **TEMA 2 Muestreo manual (Método de referencia). Muestreador de alto volumen para PST Y PM<sub>10</sub>.**

Principio de operación.

Mantenimiento General

Calibración.

#### **TEMA 3 Introducción al conocimientos sobre métodos de monitoreo para micro-ambientes y de exposición personal a partículas en suspensión.**

Muestreos de partículas con equipo portátil de bajo volumen.

Muestreo de partículas de exposición personal.

Monitoreo automático de partículas.

#### **TEMA 4 Caracterización físico-química de las partículas.**

Análisis gravimétrico de las partículas. Generalidades y métodos.

Caracterización química de las partículas.

Método de determinación de las componentes principales.

Aplicaciones.

#### **TEMA 5 Fundamento de los sistemas de observación de imágenes.**

Naturaleza de las radiaciones y la emisión de energía.



Los microscópicos. Generalidades u aspectos históricos.

Tipos de microscópicos.

Límite resolutivo y alcances.

### **TEMA 6 El uso de los microscopios electrónicos.**

Microscopios de transmisión.

Los microscopios electrónicos de barrido y emisión electrónica.

### **TEMA 7 Las microsondas de análisis por rayos X acopladas a los microscopios electrónicos.**

Microespectrómetros de rayos X característicos por dispersión de longitud de onda (WDS).

Microespectrómetros de rayos X característicos por dispersión de energía (EDS).

### **TEMA 8 Aplicaciones experimentales de la microscopía electrónica de barrido (SEM) y la microscopía de energía dispersiva acoplada al SEM (EDS)**

Observación de materiales sólidos.

Observación de películas.

Observación de material particulado.

### **TEMA 9 Caracterización morfológica u química de partículas.**

Muestreadores de alto volumen y bajo volumen.

Muestras PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas



El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :  
**GESTION AMBIENTAL**

AREA:

**TODAS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**318**

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA :

Lograr que el estudiante adquiera los conocimientos básicos necesarios para implementar una Auditoría Ambiental de acuerdo a los lineamientos legales.

El alumno también adquirirá un conocimiento amplio de las herramientas de gestión disponibles para la posterior toma de decisiones e implementación de objetivos que conlleven a una mitigación de los impactos negativos y su adecuación a las normas vigentes.

TEMAS Y SUBTEMAS :

TEMA 1. AUDITORIAS AMBIENTALES

1. INTRODUCCION

- 1.1 Panorama Internacional de las Auditorías Ambientales
- 1.2 Panorama Nacional de la Auditorías Ambientales
- 1.3 Tendencias Futuras

2. MARCO LEGAL EN MATERIA DE AUDITORIAS AMBIENTALES

- 2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- 2.2 Reglamento de la Secretaría de Desarrollo Social
- 2.3 Ley Federal sobre Metrología y Normalización

3. AUDITORIAS AMBIENTALES

- 3.1 Concepto
- 3.2 Tipos de Auditorías
- 3.3 Alcance y Objetivo de una Auditoría
- 3.4 Equipo Auditor
- 3.5 Confidencialidad
- 3.6 Metodología
  - 3.5.1 Preauditoría
  - 3.5.2 Auditoría
  - 3.5.3 Postauditoría
- 3.7 Protocolos Oficiales en México
- 3.8 Auditoría de Sustancias y Residuos Peligrosos
- 3.9 Auditorías Energéticas
- 3.10 Normas ISO 14,000 y Auditorías Ambientales

TEMA 2. GESTION AMBIENTAL

1. INTRODUCCION



## 2. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

- 2.1 Concepto
- 2.2 Marco Jurídico
- 2.3 Situación en México
- 2.4 Metodología
- 2.5 Registro de Prestadores de Servicio

## 3. ESTUDIOS DE RIESGO AMBIENTAL

- 3.1 Concepto
- 3.2 Marco Jurídico
- 3.3 Reglamento y Normas
- 3.4 Listado de Actividades Riesgosas
- 3.5 Criterios Básicos de Análisis de Riesgo
- 3.6 Situación en México
- 3.7 Metodología del Análisis de Riesgo Ambiental

## 4. VERIFICACION NORMATIVA

- 4.1 Antecedentes
- 4.2 Marco Jurídico
- 4.3 Factores para realizar las Verificaciones

## 5. EDUCACION Y CAPACITACION AMBIENTAL

- 5.1 Situación Internacional
- 5.2 Situación Nacional
- 5.3 Marco Jurídico
- 5.4 Estrategia para Fortalecer la Educación Ambiental en México

## 6. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

- 6.1 Estrategias
- 6.2 Reducción en origen (volumen)
- 6.3 Sustitución de Materiales y Combustibles
- 6.4 Reciclaje
- 6.5 Tratamiento
- 6.6 Eliminación o Confinamiento
- 6.7 Modificación a Procesos

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas</li></ul>



de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación	con un enfoque de investigación para reportar resultados
--	--

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE <b>TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES</b>
---

AREA <b>RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL</b>
---

CLAVE DE LA ASIGNATURA <b>320</b>
--------------------------------------

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Preparar al estudiante para usar la espectrometría gamma en el estudio de la radiactividad y la vigilancia radiológica ambiental. Preparar al estudiante para interpretar y/o proponer el estudio de muestras geológicas, de medio ambiente y de nuevos materiales mediante técnicas que brindan información multielemental, en todo el volumen, superficialmente o en perfiles de profundidad, según las necesidades y las posibilidades a su alcance.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Espectrometría Gamma de alta resolución

- Detectores de alta resolución.
- Forma de los espectros gamma en detectores de NaI(Tl) y en diodos de Ge.
- Calibración en energía.
- Efectos geométricos.
- Calibración en eficiencia.
- Coincidencias aleatorias y verdaderas.
- Autoabsorción.
- Factores de corrección.
- Cálculo teórico de la eficiencia.
- Medición experimental de la eficiencia.
- Análisis de espectros gamma complejos.
- Efectos colaterales en la función de respuesta del detector.



Sistemas combinados de detectores con sistemas de coincidencias para mejorar la relación pico-continuo de Compton.

Mediciones de baja actividad, medidas especiales en el blindaje.

### **Unidad 2 Análisis multielemental induciendo reacciones nucleares**

Reacciones con neutrones, con cuantos gamma y con partículas cargadas.

Ecuación de activación.

Análisis absoluto, relativo y paramétrico.

Análisis instrumental y con separación radioquímica.

Límites de detección y posibilidades del Análisis por Activación.

### **Unidad 3: Fluorescencia de rayos X**

Coefficiente de atenuación de los rayos X.

Rendimiento fluorescente.

Fluorescencia primaria, secundaria y terciaria.

Sensibilidad y límites de detección.

Método de fluorescencia de rayos X dispersiva en energía.

Sistemas de "reflexión total".

### **Unidad 4 Espectrometría alfa y beta**

Espectrometría alfa al vacío.

Preparación de muestras e interpretación de espectros.

Contadores proporcionales de flujo de gas para partículas alfa y beta.

Detectores de centelleo sólido de ZnS.

Preparación de muestras y interpretación de resultados.

Detectores de centelleo líquido.

Preparación de muestras.

Apagamiento.

Separación alfa-beta por forma del pulso.

Técnicas sencillas de análisis cuantitativo.

Interpretación de los resultados.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas</li></ul>



<p>método de seminarios.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos interactuarán con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<p>internacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>
--	---

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**PROCESOS AVANZADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA**

AREA  
**CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**322**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Proporcionar a los alumnos los conocimientos que les permitan tener los criterios para seleccionar y dimensionar procesos avanzados en el tratamiento de agua.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Generalidades

#### Unidad 2: Fitoremediación

Conceptos generales

Humedales naturales

Humedales artificiales

Diseño de sistemas

#### Unidad 3: Desinfección

Luz ultravioleta

Mecanismos de desinfección

Ventajas y desventajas

Dimensionamiento

Aplicaciones

Ozonación



Mecanismos de desinfección  
Ventajas y desventajas  
Dimensionamiento  
Aplicaciones

#### **Unidad 4: Adsorción**

Adsorbentes  
Isotermas  
Columnas de adsorción  
Lechos fijos  
Lechos móviles  
Dimensionamiento

#### **Unidad 5: Procesos con membranas**

Ósmosis Inversa  
Nanofiltración  
Ultrafiltración  
Microfiltración  
Tipos de membranas  
Configuraciones  
Diseño de sistemas  
Aplicaciones

#### **Unidad 6: Eliminación de nutrientes**

Eliminación de nitrógeno  
    Eliminación biológica de nitrógeno  
    Eliminación fisicoquímica de nitrógeno  
Eliminación de fósforo  
    Eliminación biológica de fósforo  
    Eliminación fisicoquímica de fósforo  
Eliminación conjunta de nitrógeno y fósforo

#### **Unidad 7: Sistemas biológicos con membranas (RBMs)**

Fundamentos de las membranas  
Parámetros básicos de diseño y operación de los RBMs  
Configuración de los procesos  
Tipos de RBMs  
Selección y diseño de los RBMs



## Unidad 8: Oxidación

Oxidación con reactivos Fenton

Oxidación en agua supercrítica

Procesos heterogéneos

Materiales fotocatalíticos

Diseño de reactor de tratamiento

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complementemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

**SISTEMAS NATURALES DE TRATAMIENTO DE AGUA**

AREA

**CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**323**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El alumno adquirirá los conocimientos básicos sobre los sistemas. Naturales de tratamiento, su aplicabilidad, ventajas y limitaciones de los mismos, así como los principios generales de diseño para dimensionar dichos sistemas y aplicarlos en el tratamiento de agua.

### TEMAS Y SUBTEMAS



### **Unidad 1: Introducción al análisis y diseño de procesos**

Tipos de agua residual, concentración de los constituyentes

Análisis estadístico de las variaciones en el caudal, carga y concentración de los constituyentes de las aguas residuales

Consideraciones para la confiabilidad en la elección y diseño de procesos

### **Unidad 2: Tratamiento preliminar de aguas residuales**

Cribado

Homogenización de caudales

Sedimentación

### **Unidad 3: Conceptos básicos de aplicación**

Características y objetivos

### **Unidad 4: Sistemas de tratamiento en suelo**

Procesos de tratamiento en suelo

Mecanismos de remoción

Filtrado lento (sistemas de tasa baja)

Sistemas de infiltración rápida

Sistemas de flujo superficial

### **Unidad 5: Humedales**

Conceptos generales

Componentes del humedal

Consideraciones ambientales, de salud pública y de construcción

Tipos de humedales

Cinética de tratamiento

Modelo general de diseño

Diseño hidráulico

Aspectos térmicos

Remoción de DBO, nitrógeno, fósforo, metales

Sistemas de humedales artificiales de flujo libre

Sistemas de humedales artificiales de flujo sumergido

Sistemas de plantas acuáticas flotantes

Sistemas combinados

Operación, mantenimiento y control de sistemas

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**



CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**DISEÑO DE REACTORES**

AREA  
**CONTAMINACIÓN DEL AGUA,  
MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**324**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Estudiar la reacción química como una operación unitaria. Analizar y diseñar el reactor más propicio para obtener un producto determinado o degradar un contaminante en función de los reactivos y de la fisicoquímica del proceso. Se deben adquirir los conocimientos necesarios para efectuar el diseño de un reactor considerándolo como la unidad central del proceso.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### TEMA 1: Conceptos básicos

*Nomenclatura y tipos de reacción química*

*Velocidad de reacción y la ecuación de Arrhenius*

*Conceptos de estequiometría: reactivo limitante y conversión*

*Tabla estequiométrica*

*Equilibrio y cinética de las reacciones químicas*

#### TEMA 2: Sistemas isotérmicos



Balance de materia con reacción química en sistemas abiertos y cerrados  
Modelos de contacto para sistemas homogéneos  
Modelos de mezcla perfecta (tanques de agitación continua)  
Modelos de flujo pistón  
Diseño de reactores isotérmicos  
Reacciones limitadas por el equilibrio químico  
Construcción y uso de los diagramas T-X-rA y (1/rA)-X para el diseño de reactores químicos

Pérdida de carga en reactores de lecho fijo

Reactores semicontinuos

Reactores con recirculación

Reactores con separación simultánea

### **TEMA 3: Sistemas con reacciones múltiples**

Reacciones en paralelo

Reacciones en serie

Selectividad y optimización del proceso

Tratamiento generalizado de sistemas con reacciones múltiples

### **TEMA 4: Sistemas NO isotérmicos**

Balance de energía con reacción química

Diseño de reactores adiabáticos y no isotérmicos

Estrategias para reacciones limitadas por el equilibrio químico

Tratamiento de sistemas con reacciones múltiples

Reactores de mezcla perfecta en estado no estacionario

Estados estacionarios múltiples

Estabilidad en la operación de sistemas con una sola reacción y con reacciones múltiples

Recuperación de energía en reactores adiabáticos

Estabilidad de un reactor tubular adiabático en operación autotérmica

### **TEMA 5: Reactores NO ideales**

Criterios de validez del modelo de flujo pistón homogéneo aplicado a reactores de lecho fijo

Análisis del comportamiento de reactores reales empleando la distribución de tiempos de residencia

El modelo de tanques en serie

Modelo de dispersión axial

Modelado de reactores reales como una combinación de reactores ideales

### **TEMA 6 Modelación en el transporte difusivo de masas.**



Introducción.

Termodinámica de la difusión.

Primera del de Fick y el transporte general difusivo.

El coeficiente de difusión.

Problemas de difusión en casos estacionarios.

La segunda ley de Fick y los estados no estacionarios de los procesos de difusión.

Los coeficientes efectivos de difusión en medios porosos.

### **TEMA 7 Modelación en la difusión convectiva y transferencia de masa**

Ejemplo de difusión convectiva.

Ecuaciones de la difusión convectiva.

El transporte de masa en flujos laminares estacionarios.

Dispersión de Taylor –Aris.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Lagrange.

Dispersión Turbulenta en la aproximación de Euler

Transferencia de masa a lo largo de un tubo en régimen laminar con superficies reactivas.

Coeficientes del transporte de masa. Modelos y correlaciones en diferentes casos.

Transporte de masas en las interfases

### **TEMA 8 Modelación en la filtración y el transporte de masas en medios porosos**

Introducción.

Porosidad, velocidad y medios porosos continuos.

Los coeficientes de la dispersión mecánica molecular e hidrodinámica.

Ecuación de la dispersión en medios porosos y en medios homogéneos e isotrópicos.

Solución de la ecuación de la dispersión en un medio unidimensional infinito.

Caso de la cromatografía analítica.

Filtración.

### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas</li></ul>



de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación	con un enfoque de investigación para reportar resultados
--	--

## CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.



NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS**

AREA  
**CONTAMINACION DEL AGUA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**325**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

El alumno deberá conocer los principios que rigen los diferentes tipos de procesos con membranas y podrá seleccionar el proceso con membrana más adecuado para un problema de separación dado. El alumno será capaz de diseñar módulos con membranas así como deberá comprender el análisis del fenómeno de ensuciamiento así como la reducción del mismo.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **Unidad 1: Fundamentos**

Introducción

Clasificación de las membranas y sus operaciones

Procesos de separación con membranas

Materiales que conforman las membranas y sus propiedades

Membranas poliméricas porosas y no porosas

Membranas inorgánicas y su estabilidad térmica, química y mecánica

Membranas biológicas sintéticas

#### **Unidad 2: Tipos de operaciones con membrana**

Preparación de membranas sintéticas

Caracterización de membranas porosas

Configuraciones de módulo

Diseño de sistemas

#### **Unidad 3: Transporte en membranas**

Fuerzas motrices y termodinámica en no-equilibrio

Transporte a través de membranas porosas

Transporte en membranas no porosas

Unificación de los dos conceptos de transporte

Comportamiento de la permeación de membranas limpias

Reducciones en el caudal de perneado

Procesos de transporte de especies disueltas

Procesos de transporte de especies particuladas

Bioensuciamiento



#### **Unidad 4: Procesos membranales**

Ósmosis

Procesos forzados mediante gradiente de presión

Procesos forzados mediante gradiente de concentración

Procesos inducidos por gradiente de temperatura

Contactores con membranas

Reactores con membrana

#### **Unidad 5: Fenómenos de polarización y ensuciamiento**

Perfiles de concentración

Promotores de turbulencia

Caída de presión

Comportamiento característico del flujo en operaciones por  $P$

Pruebas de ensuciamiento en ósmosis inversa

Métodos para reducir el ensuciamiento

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

#### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

##### **Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**REMEDIACIÓN DE SUELOS Y ACUIFEROS**



AREA  
**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**327**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Los alumnos adquirirán los conceptos básicos que les permitan llevar a cabo la evaluación y el diagnóstico de sitios contaminados, así como de proponer métodos de restauración, técnica y económicamente viables en función de las características del sitio y de los contaminantes presentes.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **Unidad 1: Conceptos básicos de agua subterránea y suelo**

##### Suelo

- Conceptos generales
- Formación del suelo
- Perfil y horizontes del suelo
- Composición del suelo
- Propiedades químicas y físicas del suelo

##### Aguas subterráneas

- Conceptos generales
- Tipos de acuíferos
- Composición de las aguas subterráneas
- Propiedades de las aguas subterráneas
- Parámetros hidrogeológicos

##### Características de los contaminantes

- Contaminantes orgánicos
- Contaminantes inorgánicos

##### Propiedades de los contaminantes

- Solubilidad
- Presión de vapor
- Ley de Henry
- Densidad
- Viscosidad
- Tensión interfacial

#### **Unidad 2: Procesos y transporte de los contaminantes**

##### Procesos hidrodinámicos

- Advección



Dispersión

Procesos abióticos

Adsorción

Disolución

Volatilización

Condensación

Intercambio iónico

Hidrólisis

Reacciones de óxido – reducción

Precipitación

Fotodegradación

Procesos bióticos

Degradaciones bioquímicas

### **Unidad 3: Legislación**

Aspectos normativos en México

Leyes, Normas

Normatividad en otros países

### **Unidad 4: Metodología para la caracterización y saneamiento de suelos y acuíferos**

Identificación de la fuente de contaminación y tipo de contaminantes

Caracterización del suelo y geohidrología del sitio

Parámetros que se deben analizar y técnicas analíticas

Muestreo

Análisis de riesgo a la salud y ambiental

Definición de los niveles de restauración

### **Unidad 5: Técnicas de restauración de suelos y acuíferos**

Extracción con vapor y extracción del aire

Lavado de suelos

Bombeo, tratamiento, y re-inyección

Vitrificación

Estabilización y solidificación

Oxidación química

Bioremediación

Fitoremediación

Incineración

Extracción con solventes



Deserción térmica

Barreras electrocinéticas

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

**SISTEMAS TÉRMICOS**

AREA

**EFICIENCIA ENERGETICA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**329**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Capacitar al alumno para diseñar y optimizar sistemas termo mecánicos. Para tal fin se sintetizan los conocimientos obtenidos en las asignaturas de mecánica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor, ingeniería solar y optimización, junto con conceptos de ingeniería económica, métodos numéricos y computación, para modelar y simular sistemas complejos. Con lo anterior, el alumno será capaz de modelar el comportamiento físico y económico de sistemas industriales, con el fin de diseñar, modificar u optimizar su funcionamiento.

### TEMAS Y SUBTEMAS

#### Unidad 1: Metodología del diseño

Que es diseño



Diseño empírico y diseño analítico  
Diseños no-funcionales, funcionales, satisfactorios y óptimos  
Diseño de sistemas térmicos

## **Unidad 2 Obtención de ecuaciones para estimación de propiedades termo físicas**

Funciones con una variable independiente  
Método de los mínimos cuadrados para ajuste de curvas  
Regresión no-lineal  
Funciones de varias variables  
Implementación en HCE (Hoja de Cálculo Electrónica)  
Implementación en EES (Engineering Equation Solver)

## **Unidad 3: Solución de ecuaciones no-lineales algebraicas**

Método de Newton para una variable  
Sistemas de ecuaciones no-lineales  
Implementación en HCE  
Implementación en EES

## **Unidad 4: Modelado de dispositivos térmicos**

Intercambiadores de calor  
Bombas  
Ventiladores  
Compresores  
Sistemas para aire acondicionado  
Sistemas para refrigeración  
Turbinas de vapor y gas  
Tuberías y accesorios  
Redes de tuberías

## **Unidad 5: Ingeniería Económica**

Interés  
Valor del dinero en el tiempo  
Pagos en series  
Efecto de la inflación  
Periodo de recuperación  
Depreciación  
Análisis de rentabilidad de proyectos  
Aplicación a sistemas térmicos



## Unidad 6: Simulación y diseño de sistemas térmicos

Acoplamiento de dispositivos

Formulación de la función objetivo

Solución secuencial

Solución simultánea

Implementación en HCE

Implementación en EES

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

**EFICIENCIA ENERGÉTICA TÉRMICA**

AREA

**EFICIENCIA ENERGETICA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**330**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

El objetivo de esta asignatura es analizar los diferentes sistemas térmicos de la industria, desde el punto de vista de la eficiencia, integración de procesos y ahorro energético. En cada caso se describirán las técnicas existentes para la mejora y optimización de su funcionamiento integrado al proceso.

### TEMAS Y SUBTEMAS



Introducción  
Optimización de la eficiencia energética  
Gestión energética  
Auditoría energética  
Análisis económico  
Calderas y Generadores de vapor  
Recuperación de calor y condensados  
Cogeneración  
Hornos  
Bombas  
Compresores  
Turbinas  
Intercambiadores de calor  
Redes de intercambio de calor  
Aislamiento térmico  
Sistemas de Climatización  
Sistemas de aire comprimido

#### **ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>CONDUCCIÓN DOCENTE</b>	<b>ESTUDIO INDEPENDIENTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

#### **CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

##### **Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE  
**INGENIERÍA TERMO SOLAR**



AREA  
**EFICIENCIA ENERGETICA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA  
**331**

### **OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA**

Analizar la naturaleza de la radiación solar, su disponibilidad y métodos para su captación foto térmica. Capacitar al estudiante sobre el diseño de dispositivos para la captación y el almacenamiento de la energía solar y sobre el análisis económico de su utilización en procesos industriales.

### **TEMAS Y SUBTEMAS**

#### **TEMA 1 Introducción**

Disponibilidad de la energía solar  
Limitaciones  
Aspectos económicos

#### **TEMA 2 Radiación Solar**

El sol  
Constante solar  
Distribución espectral  
Geometría  
Radiación disponible  
Medición

#### **TEMA 3 Captación y conversión térmica de la radiación solar**

Propiedades radiativas de los materiales  
Colectores planos  
Colectores concentradores

#### **TEMA 4 Almacenamiento y transporte de la energía térmica**

Almacenamiento térmico  
Dispositivos para el almacenamiento  
Sistemas para el transporte de energía térmica

#### **TEMA 5 Sistemas de calentamiento**

Requerimientos de agua caliente en edificaciones  
Sistemas de agua caliente sanitaria  
Calefacción por agua caliente  
Modelaje y diseño de sistemas de calentamiento



## TEMA 6 Calor de proceso

Antecedentes

Calor solar para procesos industriales

Tipos de sistemas industriales aplicables

Simulación en TRNSYS

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :  
**COMBUSTION**

AREA  
**TECNOLOGIA DE LOS COMBUSTIBLES  
SISTEMAS DE COMBUSTION**

CLAVE DE LA ASIGNATURA :  
**333**

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA :

Lograr que el estudiante adquiera un entendimiento claro del proceso de combustión de combustibles fósiles que le permita describir y analizar dicho proceso para mejorar, diagnosticar y diseñar tecnologías de utilización de los combustibles, lo cual impacta directamente en el ahorro de energía y, consecuentemente, en los costos de operación y mantenimiento de dichas tecnologías.



TEMAS Y SUBTEMAS :

**COMBUSTIÓN DE GASES**

Flamas Premezcladas y de Difusión  
Velocidad de Flama  
Limites de flamabilidad  
Combustión en Hornos  
Sistemas de combustión interna  
Turbinas de gas

**COMBUSTION DE LIQUIDOS**

Mecanismos de reacción  
Combustión de una gota  
Proceso de atomización  
Combustión de un conjunto de gotas  
Hornos de combustoleo  
Inyección directa de combustible  
Maquinas a diesel

**COMBUSTION DE SOLIDOS**

Calentamiento de la Partícula  
Secado de la partícula  
Descomposición Térmica  
Combustión de Volátiles  
Combustión del Residuo Sólido  
Ignición y Extinción  
Tiempos de Quemado  
Quemadores de combustible pulverizado  
Lechos Fijos  
Lechos Fluidizados

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION**

**Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas**



El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA :

**CELIDAS DE COMBUSTIBLE**

AREA

**SISTEMAS DE COMBUSTION**

CLAVE DE LA ASIGNATURA :

**334**

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA :

Lograr que el estudiante comprenda los fundamentos del funcionamiento de las celdas de combustible, su importancia como alternativa de extracción de energía de los combustibles, los problemas que actualmente enfrentan y los adelantos que han hecho a esta tecnología realmente viable.

TEMAS Y SUBTEMAS :

**INTRODUCCIÓN**

Descripción de una Celda de Combustible

Características

Ventajas y desventajas

Aplicaciones, demostraciones y estado del arte

**DESEMPEÑO DE UNA CELDA DE COMBUSTIBLE**

La energía libre de Gibbs y el potencial de Nernst

Modelos

**CLASIFICACIÓN DE LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE**

De membrana de polímero electrolítico

Alcalinas

De ácido fosfórico

De carbonato fundido

De óxido sólido

**SISTEMAS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE**

Procesos del sistema

Acondicionamiento de la señal

Optimización del Sistema

**TÉCNICAS DE MEDICIÓN ELECTROQUÍMICAS**

Curvas de polarización

Curvas de Tafel

Voltametría cíclica

Análisis de impedancia electroquímica

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**



CONDUCCIÓN DOCENTE	ESTUDIO INDEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos participaran en la presentación de temas asignados en mesas redondas.</li><li>• Los alumnos desarrollaran una temática a presentar conforme al método de seminarios.</li><li>• Los alumnos interactuaran con el docente en torno a la integración de los contenidos del curso y su aplicación en su proyecto de graduación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos realizaran investigaciones documentales en biblioteca y en las bases electrónicas de revistas internacionales.</li><li>• Los alumnos desarrollarán las prácticas de laboratorio asignadas con un enfoque de investigación para reportar resultados</li></ul>

### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

#### Instrumentos de evaluación: Pruebas de ensayo y pruebas estructuradas

El criterio del Desempeño involucra que el alumno tenga un rendimiento del 75% mínimo en la Evaluación Departamental y complemente, con las valoraciones que le asigne el titular del curso, la puntuación final mínima del 80%, para aprobar el curso.