



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE  
INGENIEROS DE MINAS  
-----

Ríos Rosas, 21  
28003 MADRID.

**DEPARTAMENTO DE**  
**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
***INGENIERÍA GEOLÓGICO-AMBIENTAL***

**Curso** : 3º  
**Cuatrimestre** : 1º  
**Carácter** : Troncal

**Créditos totales**  
Teóricos : 3,1  
Prácticos : 2,9

**PLAN DE ESTUDIOS 1996**

Edición 1: 1999.09.20

## INGENIERÍA GEOLÓGICO AMBIENTAL: PROGRAMA

### **a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS**

#### **BLOQUE 1: Conceptos básicos**

##### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 1.1. Conocer los conceptos básicos sobre ecosistemas, comunidades, biotopos y poblaciones.
- 1.2. Comprender los ciclos energéticos y de nutrientes en los ecosistemas, así como los procesos y mecanismos de evolución de los ecosistemas.
- 1.3. Conocer los conceptos básicos sobre el Medio Ambiente.
- 1.4. Conocer los diferentes factores y variables que constituyen el medio físico, biológico y socioeconómico.
- 1.5. Conocer y comprender los procesos geodinámicos que actúan sobre el medio, y que dan lugar a los Riesgos Geológicos.
- 1.6. Comprender los conceptos de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.
- 1.7. Conocer las diferentes medidas preventivas para mitigar los daños originados por los riesgos geológicos: medidas estructurales y no estructurales.
- 1.8. Conocer los conceptos básicos sobre el cambio climático, los factores que rigen su evolución, y comprender los efectos de los cambios del clima en el medio.
- 1.9. Conocer los principios básicos de la Ordenación Territorial, así como las diferentes fases y objetivos parciales del proceso de planificación territorial.
- 1.10. Comprender el concepto de desarrollo sostenible..

##### *CONTENIDOS*

#### 1.1: CONCEPTOS BÁSICOS DE ECOSISTEMAS

- Especie y hábitat. Factores físicos: condiciones y recursos. Nichos.
- Población. Características y parámetros de una población. Curvas de supervivencia y pirámides de población.
- Interacciones entre especies.
- Comunidad. Ecosistema. Biomasa.
- Niveles y cadenas tróficas. Flujos de energía y de nutrientes.
- Ciclos biogeoquímicos.
- Los ecosistemas en el tiempo. La sucesión.

#### 1.2: CONCEPTOS BÁSICOS DE MEDIO AMBIENTE

- El Medio Ambiente. El Medio físico, biológico y socioeconómico.
- El medio físico: gea, clima, suelos, aguas, procesos geodinámicos.
- El medio biológico: flora y vegetación, fauna, ecosistemas.
- El paisaje. El medio socioeconómico.

#### 1.3: LOS RIESGOS GEOLÓGICOS

- Los riesgos geológicos en el marco de los riesgos naturales.

- Concepto de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo. Medidas preventivas. Los mapas de riesgos.
- Avenidas e inundaciones.
- Riesgo volcánico.
- Riesgo sísmico.
- Movimientos de ladera.

#### 1.4: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL CAMBIO GLOBAL

- Cambio climático. Causas.
- Evolución climática durante el Cuaternario.
- Cambio climático natural e inducido por la actividad humana. Hipótesis de evolución futura.
- Repercusiones del cambio climático en la Geodinámica y en la Biosfera.

#### 1.5: LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. EL DESARROLLO SOSTENIBLE

- Principios básicos de la Ordenación Territorial. Objetivos y metodologías.
- El estudio del medio físico como base para la Ordenación Territorial. La capacidad de acogida del territorio.
- Los planes de ordenación del territorio.
- El desarrollo sostenible.

## **BLOQUE 2: Gestión de residuos**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 2.1. *Conocer la problemática ambiental de las emisiones a la atmósfera y efluentes líquidos.*
- 2.2. *Conocer los métodos y técnicas de minimización y depuración de emisiones y efluentes líquidos.*
- 2.3. *Conocer las diferentes tipologías de residuos sólidos, su problemática ambiental, y las directrices básicas que emanan de la legislación europea y española de residuos sólidos.*
- 2.4. *Comprender el ciclo completo de la gestión de residuos.*
- 2.5. *Conocer la composición y características de los residuos sólidos urbanos, y los procesos de descomposición con generación de biogas y lixiviados.*
- 2.6. *Conocer los fundamentos de los sistemas de tratamiento y eliminación de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.*
- 2.7. *Conocer y aplicar los criterios geológico-ambientales para la selección de emplazamientos de instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos sólidos.*
- 2.8. *Conocer las operaciones y dispositivos de control ambiental en vertederos controlados y depósitos de seguridad de residuos sólidos.*
- 2.9. *Conocer las fuentes de producción de residuos radioactivos, y su clasificación.*
- 2.10. *Comprender los procesos de dispersión de contaminantes radioactivos en la geosfera y biosfera.*
- 2.11. *Comprender el concepto de barrera geológica en el almacenamiento geológico profundo de residuos radioactivos.*
- 2.12. *Conocer las funciones y requisitos de la barrera geológica, así como la metodología de investigación sobre almacenamiento geológico profundo y caracterización de la barrera geológica.*
- 2.13. *Conocer los métodos y estrategias de investigación y caracterización de terrenos contaminados.*
- 2.14. *Comprender los conceptos del análisis de riesgos como herramienta de gestión de terrenos contaminados.*
- 2.15. *Conocer los métodos y tecnologías de descontaminación de terrenos contaminados.*
- 2.16. *Comprender los criterios de selección de métodos y técnicas de remediación de terrenos contaminados.*

## CONTENIDOS

### 2.1: EFLUENTES LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

- Problemática ambiental generada por los efluentes líquidos y emisiones a la atmósfera.
- Efluentes líquidos: fuentes de emisión.
- Métodos y sistemas de minimización y depuración de efluentes líquidos.
- Las aguas ácidas de mina. Minimización y tratamiento.
- Emisiones a la atmósfera: emisiones sólidas. Fuentes de generación de polvo y humos. Efectos ambientales.
- Métodos y sistemas de minimización y depuración de emisiones sólidas.
- Emisiones gaseosas. Fuentes y efectos ambientales.
- Métodos y sistemas de minimización y depuración de emisiones gaseosas.
- Estudios de evaluación, medida y control de emisiones y efluentes.

### 2.2: RESIDUOS SÓLIDOS

- Definición y tipologías de residuos sólidos según su origen.
- La legislación de residuos y el ciclo de la gestión de residuos: presentación, recogida, transporte, tratamiento y eliminación.
- Problemática ambiental generada por los residuos sólidos.

#### 2.2.1: Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

- Composición y características de los residuos sólidos urbanos.
- Sistemas de tratamiento y eliminación de RSU:  
Recuperación o reciclado, incineración, vertederos controlados y transformación.
- Procesos de descomposición de los RSU y generación de lixiviados y biogas.
- Vertederos controlados de residuos sólidos. Fases en la vida de un vertedero controlado. El problema de los lixiviados y los requisitos exigidos al terreno en la normativa europea.
- Selección del emplazamiento para vertederos controlados. Criterios técnico-económicos y criterios ambientales. Criterios hidrogeológicos.
- Metodologías para el estudio de selección de emplazamientos para vertederos controlados.
- Tipos de vertederos controlados y métodos de vertido.
- Operaciones y dispositivos de control ambiental en un vertedero controlado. Sistemas de drenaje de gases. Dispositivos de impermeabilidad. Drenaje y recogida de lixiviados. Tratamiento de lixiviados. Sellado de vertederos. Seguimiento y control de efluentes líquidos.

#### 2.2.2: Residuos peligrosos

- Problemática específica de los residuos peligrosos.
- Sistemas de tratamiento físico-químico de residuos peligrosos.
- Tratamiento biológico.
- Incineración de residuos peligrosos.
- Depósitos de seguridad. Operaciones y dispositivos de control ambiental. Gestión de depósitos de seguridad.

### 2.3: RESIDUOS RADIOACTIVOS

- Conceptos básicos sobre desintegración radioactiva.
- Conceptos básicos sobre exposición.
- Radioactividad natural.
- Fuentes de residuos radioactivos: usos médicos, usos industriales, usos científicos y producción de energía (residuos del ciclo del combustible).
- Clasificación de los residuos radioactivos.

- Evolución de la actividad de los residuos radioactivos.
- Almacenamiento geológico profundo. La barrera geológica: funciones, requisitos funcionales, medios geológicos potenciales (rocas cristalinos, arcillas, sales) y sus ventajas e inconvenientes.
- Caracterización de la barrera geológica.
- Procesos relevantes de la geosfera como barrera.
- Metodología de investigación sobre almacenamiento geológico profundo.

#### 2.4: SUELOS CONTAMINADOS

- Legislación en materia de suelos contaminados.
- Investigación y caracterización de terrenos contaminados: métodos, técnicas y estrategias.
- El análisis de riesgos en terrenos contaminados. Identificación del peligro. Valoración de la exposición. Valoración de la toxicidad y ecotoxicidad. Caracterización del riesgo.
- Métodos y técnicas de descontaminación de terrenos: métodos físico-químicos, térmicos y biológicos. Métodos in-situ y ex-situ.
- Criterios de selección de métodos de descontaminación: niveles a alcanzar, características de los contaminantes y características del terreno.

### **BLOQUE 3: Legislación y políticas medioambientales**

#### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 3.1. Comprender las características y directrices del Derecho Ambiental.*
- 3.2. Conocer las principales Directivas Europeas medioambientales, y su transposición a la legislación estatal española y autonómica.*
- 3.3. Comprender los sistemas de gestión ambiental en la empresa, y conocer los principios básicos para su implantación.*

#### CONTENIDOS

##### 3.1: LEGISLACIÓN AMBIENTAL

- Instrumentos legales para la actuación ambiental.
- Características del Derecho Ambiental.
- Directivas de la Unión Europea.
- Legislación española: estatal y autonómica.

##### 3.2: GESTIÓN AMBIENTAL

- Sistemas de gestión ambiental.
- Objetivos, etapas y factores para la implantación de sistemas de gestión ambiental.
- Sistemas de ecogestión y auditoría.
- Normativas y certificaciones ambientales.

## **BLOQUE 4: Impacto ambiental**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 4.1. *Conocer la legislación y el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).*
- 4.2. *Comprender las directrices que emanan de la legislación de EIA, y su incidencia a la hora de abordar un proyecto.*
- 4.3. *Conocer y comprender la metodología general de realización de un estudio de impacto ambiental.*
- 4.4. *Conocer la metodología de realización de un estudio de diagnóstico ambiental y de Inventario Ambiental.*
- 4.5. *Conocer los métodos de identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales.*
- 4.6. *Conocer la incidencia de las medidas protectoras y correctoras en la valoración de impactos.*

### CONTENIDOS

#### 4.1: EL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

- Marco general y legal de la Evaluación de Impacto Ambiental.
- El procedimiento de EIA.

#### 4.2: ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

- Metodología general de los estudios de impacto ambiental.
- Diagnóstico geológico-ambiental de la situación preoperacional en el medio. El Inventario Ambiental.
- Análisis del proyecto: identificación y caracterización de las operaciones y obras susceptibles de generar impacto.
- Métodos de identificación de impactos.
- Caracterización y valoración de impactos.
- Medidas protectoras y correctoras de impacto.
- Seguimiento y vigilancia ambiental.

## **BLOQUE 5: integración geológico-ambiental de los trabajos de ingeniería**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 5.1. *Conocer los impactos temporales y permanentes genéricamente más importantes de los siguientes proyectos de ingeniería: minería, infraestructuras lineales de transporte (ferrocarriles, autopistas, autovías, carreteras), presas, puertos y centrales energéticas.*
- 5.2. *Conocer las medidas correctoras existentes para mitigar los impactos específicos generados en los distintos trabajos de ingeniería.*
- 5.3. *Conocer las técnicas de restauración de los terrenos afectados por los trabajos y obras de ingeniería.*
- 5.4. *Realizar un caso práctico de Estudio de Impacto Ambiental de un proyecto de ingeniería.*

### CONTENIDOS

#### 5.1: PROYECTOS MINEROS

- Impactos temporales y permanentes
- Evaluación y corrección de impactos ambientales.
- Técnicas de restauración.

#### 5.2: INFRAESTRUCTURAS LINEALES DE TRANSPORTE: FERROCARRILES, AUTOPISTAS, AUTOVÍAS Y

## CARRETERAS

- Impactos temporales y permanentes.
- Selección de alternativas de trazados. Criterios geológicos y ambientales.
- Evaluación y corrección de impactos ambientales.

### 5.3: PRESAS Y PUERTOS

- Impactos temporales y permanentes.
- Evaluación y corrección de impactos ambientales.

### 5.4: CENTRALES ENERGÉTICAS

- Impactos temporales y permanentes.
- Evaluación y corrección de impactos ambientales.

## **b) BIBLIOGRAFÍA**

### BÁSICA:

- ENRESA, 1994. Tratamiento y gestión de residuos radiactivos.
- ENRESA, 1994. Almacenamiento geológico profundo de residuos radioactivos de alta actividad.
- IGME, 1987. Riesgos Geológicos.
- ITGE, 1988. Geología Ambiental.
- ITGE, 1989. Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.
- ITGE, 1992. Evaluación y corrección de impactos ambientales.
- ITGE, 1995. Contaminación y depuración de suelos.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1998. Guía para la elaboración de estudios de medio físico.
- MOPU, 1989. Residuos sólidos urbanos.
- MOPU, 1989. Residuos tóxicos y peligrosos.

### COMPLEMENTARIA:

- GÓMEZ OREA, D., 1994. Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el Medio Físico. ITGE. Serie Ingeniería Geoambiental.
- LAGREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P.L. and EVANS, J.C., 1996. Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos Mc Graw - Hill.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1998. 3<sup>as</sup>. Jornadas sobre Suelos contaminados. Serie Monografías.
- MOPU, 1989. Guías Metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental (Serie Monografías. Dir. Gral. de Medio Ambiente):
  1. Carreteras y ferrocarriles
  2. Grandes Presas
  3. Repoblaciones forestales
- TESTA, S.M., 1993. Geological Aspects of Hazardous Waste Management. Lewis Publishers.
- Standard Handbook of Environmental Engineering, 1990. Mc Graw - Hill.
- Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, 1988. Mc Graw - Hill
- Gestión integral de residuos sólidos, 1996. Mc Graw - Hill.

## **c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS**

- Prácticas en aula.
- Visita a instalaciones.

***d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN***

Se llevará a cabo mediante examen escrito y un trabajo práctico, realizado por grupos de unos diez alumnos y cuya valoración supondrá un 10% de la nota final.