



## Grado en Ciencias Ambientales 25218 - Degradación y contaminación de suelos

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Jesús Ángel Betrán Aso** jbetran@unizar.es

- **Alfonso Pardo Juez** pardo@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

**Se recomienda muy especialmente que el alumno que se matricule en "Contaminación de Suelos" haya superado la asignatura "Edafología" de 1º del grado de CCAA.**

Cualquier estudiante de primer ciclo de una carrera técnica o científica que haya cursado un Bachillerato Tecnológico o de Ciencias Naturales y de la Salud será capaz de cursar la asignatura con provecho. Para el máximo aprovechamiento de la asignatura es conveniente que el alumno haya cursado asignaturas de ciencias en el bachillerato (física, química, geología, biología) o que posea:

- Conocimientos elementales de Edafología, Física, Química, Geología, Biología y Climatología.
- Conocimientos de informática, a nivel de usuario, de utilidad para la búsqueda de información a través de Internet, la consulta de bases de datos bibliográficas, y el manejo habitual de la plataforma docente [Moodle](#).
- Nivel de inglés suficiente como para abordar sin excesiva dificultad la traducción de textos en este idioma.

Por otra parte, durante el semestre es imprescindible el estudio y el trabajo continuados ya la estructura de conocimientos de la asignatura y su aplicación en las actividades prácticas del curso se apoyan escalonadamente en los conocimientos que se van impartiendo.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Para superar las prácticas de laboratorio se tendrá en cuenta los resultados obtenidos en la realización de las prácticas durante las sesiones, la calidad del informe correspondiente, su estructura formal y la actitud del estudiante en el laboratorio. En caso de no poder asistir a las prácticas de laboratorio regularmente el seguimiento se hará a través de la plataforma Moodle (en los seminarios en que sea posible) y la evaluación mediante un examen práctico.

Además, cada estudiante realizará un trabajo final en grupo si se asiste regularmente a clase o individual si no se puede asistir a clase, con el asesoramiento y tutoría del profesor. Al igual que en el caso anterior, se valorarán las características y estructura del informe escrito y la claridad, el orden y el correcto uso de citas y referencias en el informe final. La fecha de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales puede consultarse [aquí](#).

El calendario semanal recomendado de entregas de informes se detalla en la aplicación Moodle a la que el alumnado tiene acceso una vez que se matricula en la asignatura.

El calendario de las salidas al campo dependerá de la climatología y horas de luz solar, por lo que las fechas concretas de su realización se comunicarán a la largo del curso. Hay que tener en cuenta que esta variabilidad puede modificar eventualmente el orden y flujo de las practicas de gabinete y laboratorio.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Reconoce en campo y laboratorio procesos de degradación de suelos, fuentes de contaminación y predice sus consecuencias ambientales que incumban al suelo.
- 1:** Emplea la legislación aplicable en temas de contaminación de suelos.
- 1:** Conoce y compara la dinámica y flujos de los distintos sistemas terrestres como vectores de afección en la calidad de los suelos.
- 1:** Analiza y valorar diseños y resultados de un plan de estudio y caracterización de suelos desde un punto de vista ambiental.
- 1:** Valora diversas técnicas de recuperación o remediación aplicadas a suelos degradados o contaminados.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de "Contaminación de Suelos" pretende avanzar en los conceptos desarrollados en la asignatura de "Edafología" (estudio de los suelos, su génesis y evolución, su importancia como recurso y funciones como soporte de la mayoría de los ecosistemas terrestres). A partir de ahí, se analizan los procesos de degradación y contaminación que afectan a los suelos desde una óptica multidisciplinar. Se hace énfasis en cuestiones diversas, desde legislación, a ciclos biogeoquímicos que conectan los suelos con el resto de sistemas planetarios, y se abordan los diferentes tipos de afecciones tanto naturales como antrópicas, así como en la remediación de problemas ocasionados. Finalmente se proponen vías y soluciones para un uso sostenible de los suelos.

Esta asignatura insiste en el objetivo formar a los estudiantes en el conocimiento y gestión del suelo como ente vivo y como resultado de la interacción de los diferentes sistemas terrestres que lo componen, desde la óptica de las Ciencias Ambientales.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

La asignatura "Contaminación de Suelos" pretende proporcionar explicaciones científicas y soluciones tecnológicas a los

diversos problemas de degradación y contaminación de suelos, tanto de aquellos con un origen natural como de los inducidos por la acción humana. Se pretende reflexionar acerca de la conexión entre los diferentes sistemas y ciclos planetarios, y los usos de los suelos con la génesis, evolución y degradación de los sistemas edafológicos, tanto desde el punto de vista ecológico y medio ambiental como desde la perspectiva de su gestión y protección.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Eata asignatura tiene relación con una gran mayoría de las asignaturas del grado. En concreto, se nutre de las siguientes asignaturas:

- BASES QUÍMICAS
- BIOLOGÍA
- FUND. DE GEOLOGÍA
- ADMIN Y LEGISLACIÓN
- BASES FÍSICAS
- BOTÁNICA. ZOOLOGÍA
- EDAFOLOGIA
- CARTOGRAFÍA Y SIG
- METEOROLOGÍA

Mientras que los conocimientos teóricos o prácticos en Edafología pueden ser muy útiles en las siguientes asignaturas:

- ECOLOGÍA I
- ECOLOGÍA II
- ANÁLISIS INSTRUMENTAL
- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
- RIESGOS NATURALES
- TECNOLOGÍAS LIMPIAS
- ACTIVIDAD AGROSILVOPASTORAL
- CONTAMINACIÓN DE AGUAS
- GESTIÓN, TRAT. Y REC. RESIDUOS
- ESPACIOS NATURALES
- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
- AUDITORÍAS AMBIENTALES
- CARTOGRAFÍA TEMÁTICA
- CONTAMINACIÓN RADIATIVA
- APLICACIÓN DE RESIDUOS AL SUELO
- BIOGEOGRAFÍA Y GEOBOTÁNICA
- EVALUACIÓN DE SUELOS
- HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL

Aunque en general las relaciones entre Contaminación de Suelos y las demás asignaturas del grado es transversal dada la interdisciplinariedad implícita en el estudio, gestión y remediación de las afecciones de los suelos , así como del propio grado.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Identificar fuentes de contaminación o degradación de suelos.
- 2:** Realizar el seguimiento y control de un suelo degradado o contaminado.
- 3:** Correlacionar los procesos, causas y efectos que provocan la alteración, degradación y contaminación de suelos.
- 4:** Aplicar técnicas analíticas al reconocimiento de sustancias y evaluación de situaciones degradativas o de contaminación de suelos.
- 5:**

Diseñar o analizar un plan de estudio y caracterización de suelos.

- 6:** Comunicación oral y escrita.
- 7:** Capacidad de análisis y síntesis.
- 8:** Gestionar la información. Obtención, organización, elaboración, síntesis y exposición final a los usuarios potenciales de información de suelos.
- 9:** Sensibilidad medioambiental. En particular en todos los aspectos relacionados con el suelo.
- 10:** Capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación.
- 11:** Motivación por la calidad.
- 12:** Actitud crítica y capacidad creativa.
- 13:** Compromiso ético.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Además del propio aprendizaje conceptual e instrumental de la asignatura, el alumno mejorará su capacidad en aspectos como:

- abstracción
- razonamiento
- observación
- deducción
- síntesis
- evaluación
- juicio crítico

Además por su naturaleza multidisciplinar la asignatura de Contaminación de Suelos sirve al alumno para interconectar conocimientos de otras asignaturas y desarrollar sus destrezas profesionales.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** Realización de una **prueba global** presencial al final del semestre - en las fechas marcadas por la EPS para las dos convocatorias oficiales-, que estará constituida por:
1. Un **examen presencial escrito** de acuerdo al [temario de la asignatura](#) y según calendario de [exámenes](#) de la EPS. Es necesario obtener como mínimo un 5 para promediar con el resto de las pruebas, de no ser así, la asignatura estará suspendida. En caso de aprobar, esta nota supone el 60% de la calificación final de la asignatura.

2. **Realización de un conjunto de prácticas de laboratorio**, según el programa de [prácticas de laboratorio y seminarios](#) propuesto, así como elaboración **y presentación en plazo de un informe por cada una de ellas**. Es necesario obtener como mínimo un 5 para promediar con el resto de las pruebas, de no ser así, la asignatura estará suspendida. En caso de aprobar, esta nota supone el 20% de la calificación final de la asignatura.

**Atención:** La actividad de evaluación 2 se puede realizar, y es lo recomendado, a lo largo del curso en las fechas señaladas en la planificación temporal de la asignatura, o en la convocatoria oficial al final del cuatrimestre.

3. **Realizar un trabajo consistente en el análisis a partir de literatura científica/técnica de un problema concreto de degradación o contaminación de suelos**, y cuyos conceptos fundamentales estén incluidos en el programa de la asignatura. Aunque se trata de una tarea realizada en grupo, los distintos miembros podrán obtener diferentes calificaciones. Es necesario obtener como mínimo un 5 para promediar con el resto de las pruebas, de no ser así, la asignatura estará suspendida. En caso de aprobar, esta nota supone el 20% de la calificación final de la asignatura. Este informe tiene como plazo límite de entrega el día de la prueba teórica en el momento de acceder al examen.

La evaluación de esas tres partes se realizará independientemente, siendo necesaria una calificación mínima de 5 sobre 10 para poder promediar cada parte con las demás. La calificación final se obtendrá como la media ponderada de esas tres partes, otorgando un valor del 60 % a la actividad 1, y un 20 % a cada una de las otras dos. Y para superar la asignatura deberá obtenerse una calificación mínima en cada una de las partes, así como en la calificación final de 5 sobre 10.

Si no se alcanzan los requisitos mínimos (superar un 5 en cualquiera de las pruebas 1, 2 o 3) la asignatura no se considerará aprobada aunque la calificación final (CF), según la ponderación indicada, sea igual o superior a 5.

Las partes 2 y 3 de esta evaluación que obtengan una calificación de 5 o superior podrán reservarse para la convocatoria siguiente. El alumno podrá optar entre mantener la calificación obtenida o presentarse de nuevo a la opción que corresponda en las siguientes convocatorias, en cuyo caso la calificación que permanecerá será la de la convocatoria más reciente.

### **Evaluación global**

Resumiendo todo lo anterior, la calificación final sobre 10 (teniendo en cuenta las restricciones especificadas anteriormente), será la obtenida aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Calificación Final} = 60\% \text{ nota examen (si 5 o más)} + 20\% \text{ nota prácticas de laboratorio (si 5 o más)} + 20\% \text{ nota trabajo (si 5 o más)}$$

#### **1:**

El estudiante *repetidor* en sucesivas convocatorias podrá presentarse únicamente a aquellas pruebas que no hubiese superado con una nota mínima de 5 en convocatorias anteriores.

Las pruebas serán las mismas que en la primera convocatoria. En el caso de que tuviese aprobada (nota 5 o superior) una prueba en la anterior convocatoria y se presentase nuevamente a esa prueba, la nota que computará será la última obtenida.

Los criterios de evaluación son los mismos que para los estudiantes en 1ª convocatoria.

## **Criterios de evaluación**

### **Examen presencial**

El examen presencial correspondiente a la convocatoria oficial constará de preguntas de desarrollo, cuestiones de opción múltiple, cuestiones cortas y preguntas de tipo test. Los criterios generales aplicados en la corrección de los exámenes, serán:

Se valorará favorablemente:

- La comprensión de los conceptos y procesos, y la capacidad de inerrrelacionarlos

- La capacidad analítica y crítica
- La claridad y calidad de la expresión escrita
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden, la presentación.

Se valorará desfavorablemente:

- La falta de razonamiento lógico y de coherencia en la exposición de los datos, conceptos y procesos
- El desorden y la mala presentación.
- Las faltas de ortografía.

***!La copia de información de otros compañeros o de otras fuentes será sancionado con el suspenso del examen!***

Se calificará sobre 10 y su repercusión en la nota final será del 60 %. Si la nota conseguida en esta prueba es inferior a 5, la asignatura no se considerará aprobada, independientemente de las notas obtenidas en el resto de las actividades que se evalúan.

### **Prácticas de laboratorio**

En la evaluación de las prácticas de laboratorio, la nota obtenida dependerá de:

- La exactitud de los resultados obtenidos en las diferentes secciones de cada práctica.
- La calidad de los informes entregados al finalizar cada una de las prácticas. Las pautas de valoración están recogidas en el documento: Normas Generales para la elaboración de informes
- La habilidad instrumental demostrada por el alumno en la resolución de los casos de laboratorio evaluados.

Cada práctica se puntuará de 0 a 10 y aunque su ejecución se realice en grupo, los integrantes podrán obtener calificaciones diferentes. Una vez realizadas todas las sesiones, la puntuación obtenida en las Prácticas de Laboratorio será sobre un máximo de 10. Si la nota conseguida es inferior a 5, la asignatura no se considerará aprobada. Su peso en la calificación final de la asignatura será del 20%. Esto quiere decir que, como máximo, contribuirá con 2 puntos a la calificación final.

### **Trabajo práctico final**

Cada estudiante efectuará un trabajo junto con otros dos compañeros (en un grupo de tres), enmarcado en las actividades académicamente dirigidas. Para su evaluación se tendrá en cuenta:

- La estructura del informe
- la claridad y calidad de la redacción
- ortografía
- Orden y pulcritud
- el uso correcto de los métodos de citado y referenciado.
- la calidad de los resultados obtenidos
- La capacidad analítica, crítica y sintética

***!El plagio será sancionado con el suspenso del trabajo!***

Se debe tener en cuenta que aunque la ejecución de este trabajo se realice en grupo, sus integrantes podrán obtener calificaciones diferentes. Esta actividad se calificará con un máximo de 10 puntos, y su repercusión en la nota final de la asignatura será del 20%. Si la nota conseguida en esta prueba es inferior a 5, la asignatura no se considerará aprobada, independientemente de las notas obtenidas en el resto de las actividades que se evalúan.

### **Evaluación global**

Resumiendo todo lo anterior, la calificación final sobre 10 (teniendo en cuenta las restricciones especificadas anteriormente), será la obtenida aplicando la siguiente fórmula:

***Calificación Final = 60% nota examen (si 5 o más) + 20% nota prácticas de laboratorio (si 5 o más) + 20% nota trabajo (si 5 o más)***

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

#### METODOLOGÍAS Y ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

##### Metodologías de enseñanza-aprendizaje a desarrollar

La metodología utilizada preferentemente en las clases teóricas y prácticas será de tipo *Afirmativo*. Las dos vertientes fundamentales de la metodología afirmativa son:

- **El método expositivo**, que se caracteriza por la comunicación de unos contenidos, generalmente teóricos, por parte del docente. Se utilizará preferentemente este método cuando los alumnos no posean conocimientos previos que permitan una elaboración participativa, o bien cuando se trate de conceptos o relaciones de tipo complejo, que requieran una gran precisión formal.

La estructura tipo del método expositivo es:

- Motivación
- Información inicial
- Razonamientos siguientes
- Consecuencias o conclusiones
- **El método demostrativo**, en el cual el docente pretende enseñar al alumno por medio de la demostración coordinada de una tarea o protocolo. Es decir, el docente enseña al alumno a través de una señal externa.

La estructura tipo del método demostrativo es:

- Preparación del alumno
- Explicación de la tarea
- Realización del trabajo o protocolo por parte del docente
- Actuación del alumno

#### METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE RECOMENDADA PARA EL ALUMNO

La metodología recomendada para el alumno será mayoritariamente por *elaboración*, con refuerzos puntuales de tipo afirmativo (esto es, metodología de tipo expositivo y demostrativo). Las dos vertientes fundamentales de la Metodología por *Elaboración* son:

- **Método Interrogativo**, haciendo uso de preguntas por parte del docente que va guiando al alumno para el descubrimiento de los contenidos. Este tipo de metodología aumenta el estímulo del alumno en los procesos de aprendizaje práctico. La elaboración de las preguntas será previa a la clase y se emplearán tanto preguntas abiertas como cerradas, todas ellas orientadas al favorecer el proceso de aprendizaje individual.
- **Método Activo**, en el cual el alumno se convierte en el sujeto agente de su propia formación a través de la investigación personal, el contacto directo con la realidad y las experiencias con el grupo de trabajo en el cual está incorporado. Este método se fundamenta en:
  - Una fuerte motivación para el aprendizaje,
  - Cada alumno ha de comenzar el aprendizaje con cuestiones que irán aumentando de dificultad de manera creciente,
  - Se trata de crear un puente entre la abstracción académica teórica y la realidad de la praxis,
  - Facilita la autodetección de errores,
  - Resulta un gran estímulo para el ejercicio de la memoria.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos**

## **comprende las siguientes actividades...**

### **1: Sesiones teóricas**

Consistirán en lecciones expositivas y participativas. De forma complementaria, al final de algunas de las unidades didácticas, se propondrá a los estudiantes diferentes actividades dirigidas que serán presentados durante las propias sesiones teóricas. Estas actividades serán variadas y podrán abarcar trabajos académicamente dirigidos sobre alguno de los aspectos de la unidad didáctica, análisis de datos o casos, resolución de problemas, seminarios, o debates, entre otras. A lo largo del desarrollo de la teoría se podrán proponer *evaluaciones estímulo* -tests teórico-prácticos- a los estudiantes.

### **2: Seminarios y prácticas en gabinete y laboratorio**

Se tratará de actividades de tipo demostrativo- activo -interrogativo en las que los estudiantes aprenderán diversas técnicas y procedimientos y entrenaran su capacidad de observación, análisis y sentido crítico. Al final de cada sesión deberán realizarán una memoria de la practica realizada y resultados obtenidos.

### **3: Prácticas de campo**

Consistirán en visitas a varios lugares donde el estudiante podrá observar y analizar algunos de los objetos y procesos estudiados en las clases teóricas para poner a prueba su capacidad de observación, análisis y síntesis. Se trata de actividades netamente participativas-activas-interrogativas.

### **4: Actividades No Presenciales**

Consisten en la lectura y comprensión del material de conocimiento teórico y la resolución de los ejercicios propuestos durante las sesiones de teoría, prácticas y campo. Estas actividades se realizarán con plena libertad horaria.

#### **Teoría**

Estudio de la materia impartida en clase: se dedicará aproximadamente 1.5 horas de estudio por cada hora de clase de teoría presencial. Es el tiempo necesario para que el estudiante repase, diaria o semanalmente, los conceptos explicados en clase, consulte referencias y complete contenidos.

#### **Prácticas**

Elaboración de los informes de prácticas. Se dedicarán entre 0.75 y 1 hora por cada sesión de práctica de gabinete. En ellos, el estudiante debe interpretar los resultados obtenidos y las observaciones realizadas durante la sesión de prácticas y añadir sus comentarios personales, destacando los aspectos que considere más interesantes de lo aprendido.

#### **Salidas de campo**

Se estima una dedicación de entre 1.5-2 horas por salida de campo, para organizar la información y preparar el informe correspondiente.

#### **Exámenes**

Preparación y realización de exámenes. Se dedicarán 15 horas, la mayor parte de las cuales estarán destinadas a la revisión total de lo aprendido a lo largo del cuatrimestre y una mínima parte a la realización de los exámenes (unas 2 horas).



# Planificación y calendario

## Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del cuatrimestre. Con esta previsión, la carga semanal del estudiante en horas queda reflejada en el siguiente cronograma:

Tipo actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Actividad Presencial</b>											
Teoría	2	2	2	2	2	2			2	2	2
Seminarios	2	2							2		
Prácticas laboratorio			2	2	2	2					2
Tutorías										1	
Evaluación											
<b>Actividad No presencial</b>											
Trabajo individual:	2	2	2	2	3	3	4	6	2	3	2
Trabajo en grupo	2	2	2	2	1	1	4	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Tipo actividad / Semana	12	13	14	15	16	17	18	Total
<b>Actividad Presencial</b>								<b>65</b>
Teoría	2	2	2	2	2	2		<b>30</b>
Seminarios								<b>6</b>
Prácticas laboratorio	2	2	1	2	2	2		<b>21</b>
Tutorías			1					<b>2</b>
Evaluación							6	<b>6</b>
<b>Actividad No presencial</b>								<b>79</b>
Trabajo individual	3	3	3	3	3	4	2	<b>52</b>
Trabajo en grupo	1	1	1	1	1			<b>27</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>144</b>

## Programa de teoría

### **BLOQUE I. DEGRADACION DE SUELOS. ASPECTOS BÁSICOS Y FUNDAMENTOS.**

#### **Tema 1. CONCEPTOS BÁSICOS**

Conceptos básicos. El suelo como recurso, disponibilidad, gestión y conservación, degradación de suelos, tipos y causas

#### **Tema 2. FUNDAMENTOS DE FÍSICA Y QUÍMICA DE SUELOS**

Fertilidad física y fertilidad química. Componentes de suelo. Granulometría. Relaciones entre las fases del suelo. Especies químicas más frecuentes y su comportamiento. La química del suelo. Relaciones entre física y química del suelo.

### **BLOQUE II. LEGISLACION**

#### **Tema 3. MARCO LEGAL**

Marco legal en contaminación de suelos. Legislación comunitaria, nacional o autonómica que afecta al suelo. Intervención del suelo en normas sobre medio ambiente. Obligaciones legales.

### **BLOQUE III. CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

#### **Tema 4. CICLO DEL CARBONO.**

Ciclo del carbono. Ciclo corto y ciclo largo. Reservorios de carbono. El suelo y el ciclo del carbono. Carbono orgánico. Carbono inorgánico.

#### **Tema 5. CICLO DEL OXÍGENO.**

Ciclo del oxígeno. El oxígeno en el suelo. El ciclo del ozono.

#### **Tema 6. CICLO DEL NITRÓGENO.**

Ciclo del nitrógeno. Fijación. Asimilación. Mineralización. Amonificación y nitrificación. Volatilización. Desnitrificación. El nitrógeno en el suelo. Aportes y pérdidas. Consecuencias ambientales.

#### **Tema 7. CICLOS DEL FÓSFORO Y AZUFRE**

El fósforo. Formas y presencia. Utilización del fósforo. El fósforo en plantas y animales. Ciclo del fósforo. El fósforo en el suelo. Pérdidas de fósforo en el suelo. El azufre. Formas y presencia. Utilización del azufre. El azufre en plantas y animales. Ciclo del azufre. El azufre en el suelo. Modificaciones del ciclo.

#### **Tema 8. CICLOS DEL SODIO Y POTASIO.**

Los elementos sodio y potasio. Formas y presencia. Compuestos de sodio. Compuestos de potasio. Utilización del sodio y del potasio. El sodio y el potasio en plantas y animales. Ciclos del sodio y del potasio. El potasio en el suelo. El sodio en el suelo. Pérdidas de sodio y potasio desde el suelo.

#### **Tema 9. CICLOS DEL CALCIO Y EL MAGNESIO.**

Los elementos calcio y magnesio. Formas y presencia. Compuestos de calcio. Compuestos de magnesio. Utilización del calcio y del magnesio. El calcio y el magnesio en plantas y animales. Ciclos del calcio y del magnesio. El calcio en el suelo. El magnesio en el suelo. Implicaciones ambientales.

### **BLOQUE III. DEGRADACIÓN DE SUELOS**

#### **Tema 10. EROSIÓN HÍDRICA.**

Degradación de suelos por erosión hídrica. El proceso de erosión. Tipos. Factores de control. Técnicas de medida. Medidas de conservación.

#### **Tema 11. SALINIDAD Y SODICIDAD, SUELOS EN ZONAS ARIDAS**

La salinidad de los suelos como agente contaminante. Naturaleza de las sales solubles. Causas y efectos de la salinidad y sodicidad. Origen de las sales. Efectos sobre las plantas. Medida de la salinidad / sodicidad. Manejo y recuperación de suelos salinos y sódicos. Suelos en zonas áridas. Degradación de suelos en zonas áridas. Aridez y sequía. Desertización y desertificación. Evaluación de riesgos. Escala y extensión. Medidas de corrección.

#### **Tema 12. DEGRADACIÓN DE LA FERTILIDAD FÍSICA.**

Degradación de la fertilidad física del suelo. Sistema radicular. Factores de mantenimiento o pérdida de estructura. Compactación del suelo. Dispersión. Sellado y encostramiento. Manejo adecuado.

### **BLOQUE III. CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA DE SUELOS**

### **Tema 13. CONTAMINACIÓN DE SUELOS E IMPACTO AMBIENTAL.**

Contaminación del suelo e impacto ambiental. Concepto. Contaminación antrópica. Factores y características. Poder de amortiguación. Agentes contaminantes y su procedencia. Procesos de redistribución y acumulación.

### **Tema 14. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS.**

Metales pesados. Fuentes de metales pesados. Dinámica de los metales pesados en el suelo. Riesgos derivados de la contaminación. Procedencia de metales pesados en suelos. Principales usos de los metales pesados. Factores de suelo que afectan a la acumulación y disponibilidad. Especiación. Legislación.

### **Tema 15. ALTERACIONES ESPECÍFICAS Y RESTAURACIÓN.**

Afecciones de suelos en áreas con actividad minera y extractiva. Áreas urbanas y periurbanas. Rehabilitación de suelos. Arquitectura del paisaje. Nomenclatura.

## **Programa de prácticas**

## **Bibliografía**

### **Bibliografía básica**

BUENO, J. L., SASTRE, H., LAVIN, A: G. (1997). Contaminación e ingeniería ambiental, degradación del suelo y tratamiento de residuos. FICYT, Oviedo, 436 p.

PORTA, J., LÓPEZ-ACEBEDO, M. y ROQUERO DE LABURU, C. (2003) "Edafología para la agricultura y el medio ambiente". Ed. Mundi Prensa, Madrid. 849 pp.

PORTA, J. y M. LÓPEZ-ACEVEDO. 2005. Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente. del suelo. Ediciones Mundi Prensa

BRADY, N. C., WEIL, R. (2008) "Nature and Properties of Soils", Pearsons, 992 p.

BRADY, N. C. (2010) "Elements of the Nature and Properties of Soils", Pearsons, 624 p.

DINGUS, D. D. (1998) "Soil Science Laboratory Manual". Prentice Hall, 195 p.

PALMER, R. G. (1995) "Introductory Soil Science Laboratory Manual". Oxford University Press, 128 p.

### **Bibliografía complementaria**

AUBERT, G. & BOULAIN, J. (1986): "La edafología. El suelo en que vivimos", Orbis, Barcelona.

BREEMEN, NICO VAN, (2002) "Soil formation", Dordrecht, Kluwer Academic cop.

BUCKMAN, HARRY OLIVER, (1991)"Naturaleza y propiedades de los suelos Texto de edafología para enseñanza", México Limusa Uteha cop.

BUOL, S. W., et al., (2003)"Soil genesis and classification", Ames, Iowa Iowa State Press

COBERTERA LAGUNA, E. (1993): "Edafología aplicada. Suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales", Cátedra, Madrid.

DUCHAUFOR, P. (1977): "Atlas ecológico de los suelos del mundo", Toray-Masson, Barcelona.

DUCHAUFOR, P. (1984): "Edafología. 1 Edafogénesis y Clasificación", Toray-Masson, Barcelona.

DUCHAUFOR, PHILIPPE, (1987) "Manual de edafología", Paris Masson

FERRERAS, C. & FIDALGO, C.E. (1991): "Biogeografía y Edafogeografía", Síntesis, Madrid; 2ª parte: Los suelos, pp. 117-186.

FITZPATRICK, E.A. (1980): "Suelos. Su formación, clasificación y distribución", CECSA, México.

FOTH, H.D. (1985): "Fundamentos de la ciencia del suelo", CECSA, México.

HONORATO P., RICARDO, (2000) "Manual de edafología", México, D.F. : Alfaomega cop.

KOHNKE HELMUT, FRANZMEIER D. P. (1994) "Soil Science Simplified", Waveland Press, 162 p.

KONONOVA, M.M., (1982) "Materia organica del suelo", Vilassar de Mar Oikos-Tau

KUBIĚNA, W.L. (1952): "Claves sistemáticas de suelos. Diagnóstico y sistemática ilustrados de los suelos más importantes de Europa con sus sinónimos más usuales", C.S.I.C., Madrid.

LACOSTE, A. & SALANON, R. (1973): "Biogeografía", Oikos-tau, Barcelona; 2ª parte: El suelo, pp. 107-164.

LÓPEZ RITAS, J. & LÓPEZ MELIDA, J. (1967): "El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio", Mundi-Prensa, Madrid.

PARISI, VITTORIO, (1979)"Biología y ecología del suelo", Barcelona Blume, Barcelona.

PEDRAZA GILSANZ, J. de, et al. (1996): "Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones", Ed. Rueda, Madrid. Tema 5: Procesos de meteorización y edáficos, pp. 77-107.

PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M Y POCH, R.M. (2008): Introducción a la Edafología: Uso y Protección del Suelo. M-Prensa. Madrid.

ROBINSON, G.W. (1960): "Los suelos. Su origen, constitución y clasificación. Introducción a la Edafología", Omega, Barcelona.

SABROSO, M. C. y PASTOR, A. (2004). Guía sobre suelos contaminados Gobierno de Aragon, Zaragoza, 109 p.

### **Páginas web recomendadas**

<http://www.iuss.org/> International Union of Soil Science

<http://www.isric.org/> World Soil Information

<http://www.secs.com.es/> Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

<http://jorgemataix.carbonmade.com/projects/47854> Fotografías de perfiles de suelos

<http://edafologia.ugr.es/> Páginas de la Universidad de Granada con conceptos muy claros y sencillos y buenas fotos que los ejemplifican y aclaran.

<http://www.unex.es/edafo> Se explican e ilustran suelos difíciles de encontrar en nuestro entorno.

[www.fao.org/landandwater/agll/wrb/keysp.stm](http://www.fao.org/landandwater/agll/wrb/keysp.stm) Claves de los suelos FAO y la definición de los conceptos necesarios para interpretarlas en varios idiomas.

<http://soils.usda.gov> Página de la USDA para usar y aprender su taxonomía, en inglés.

<http://www.fao.org/docrep/003/x2570e/X2570E00.HTM> Assessing soil contamination A reference manual, en inglés

## **Apoyo on-line**

### **Moodle**

La asignatura se verá complementada con la plataforma de aprendizaje Moodle. En ella el alumnado podrá encontrar materiales diversos:

- Apuntes,
- Guiones de prácticas
- formatos para la toma de datos
- Ejercicios
- Enlaces web
- ...

Además la plataforma Moodle será el lugar donde cada alumno/a deberá cargar sus informes de forma que queden registrados y depositados en tiempo y forma.

Por ello, es conveniente que el alumnado se familiarice con la plataforma Moodle de la Universidad de Zaragoza:

- [Moodle Unizar](#)

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

### Escuela Politécnica Superior

- Contaminación e ingeniería ambiental. IV, Degradación del suelo y tratamiento de residuos / Dirección científica y coordinación Julio L. Bueno, Herminio Sastre, Antonio G. Lavín ; Asesoría técnica Lucas Leiva . Oviedo : Fundación para el fomento en Asturias de la investigación científica aplicada y la tecnología F.I.C.Y.T., 1997
- Ferreras Chasco, Casildo. Biogeografía y edafogeografía / C. Ferreras Chasco, C. Fidalgo Hijano . Madrid : Sintesis, D.L. 1991
- FitzPatrick, E. A.. Suelos : su formación, clasificación y distribución / E.A. FitzPatrick ; [traducido por Antonio Marino Ambrosio] . - [1a. ed., 3a. reimp.] México : Compañía Editorial Continental, 1987
- Foth, H. D.. Fundamentos de la ciencia del suelo México :Compañía Editorial Continental,1985
- Honorato Pinto, Ricardo. Manual de Edafología México : Alfaomega, cop. 2000
- Kohnke, Helmut. Soil Science Simplified Prospect Heights, Illinois : Waveland Press, 1995
- Lacoste, Alain. Biogeografía / Alain Lacoste y Robert Salanon ; versión y adaptación al castellano de J. M. Camarasa . - 3ª ed. Vilassar de Mar, Barcelona : Oikos-Tau, D.L. 1981