

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

<b>Código</b>	43811
<b>Nombre</b>	Gestión de suelos y sedimentos contaminados
<b>Ciclo</b>	Máster
<b>Créditos ECTS</b>	6.0
<b>Curso académico</b>	2019 - 2020

**Titulación(es)**

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2227 - M.U. en Ingeniería Ambiental	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	1	Primer cuatrimestre

**Materias**

Titulación	Materia	Caracter
2227 - M.U. en Ingeniería Ambiental	3 - Tratamiento de suelos, residuos y emisiones atmosféricas	Obligatoria

**Coordinación**

Nombre	Departamento
RIBES BERTOMEU, JOSEP	245 - Ingeniería Química

**RESUMEN**

Profesores UPV: Miguel Martín Monerri y María Pachés Giner

La asignatura “Gestión de Suelos y Sedimentos Contaminados” es una asignatura obligatoria que se imparte en el segundo semestre del Máster en Ingeniería Ambiental. Esta asignatura se divide en dos partes fundamentales, en función del medio en el que se encuentra la contaminación: suelos y sedimentos.

En la primera parte, correspondiente a la “gestión de suelos contaminados” se pretende que el estudiante adquiera los conocimientos básicos sobre la problemática de los suelos contaminados y los mecanismos asociados a la contaminación de aguas subterráneas. Para ello, se abordan aspectos generales sobre formación, degradación, contaminación y caracterización de suelos contaminados, incluyendo el establecimiento de criterios de calidad del suelo en base al análisis de riesgos ambientales. Finalmente se profundiza en el estudio de los sistemas de tratamiento de suelos contaminados y de aguas subterráneas contaminadas, realizando casos prácticos de diseño básico de instalaciones de tratamiento.

En la segunda parte de la asignatura, correspondiente a la “gestión de sedimentos” se pretende que el



alumno adquiriera los conocimientos básicos acerca de los problemas de contaminación de sedimentos en el medio natural y profundice en la modelación matemática de los procesos en los sedimentos y el intercambio con la columna de agua.

Esta parte de la asignatura se plantea como una ampliación de la asignatura “Transportes de Contaminantes en el Medio Natural”, con la que comparte un planteamiento basado en el desarrollo y la aplicación de modelos matemáticos, siendo en este caso de interacción agua-sedimentos.

A la hora de cursar esta asignatura, el estudiante hará uso de los conocimientos básicos adquiridos en las materias “Evaluación de la Calidad Ambiental” y “Transportes de Contaminantes en el Medio Natural”, fundamentalmente en su parte relativa a suelos, aguas subterráneas y sedimentos.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.  
Se recomienda conocimientos de las asignaturas

Evaluación de la calidad ambiental

Transporte de contaminantes en el medio natural

## COMPETENCIAS

### 2172 - M.U. en Ingeniería Ambiental

- Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo



- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Identificar y aplicar las tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la ingeniería ambiental.
- Asumir con responsabilidad y ética su papel de Ingeniero Ambiental en un contexto profesional.
- Promover y aplicar los principios de sostenibilidad.
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar los fundamentos de la Ingeniería Ambiental a casos no conocidos y utilizar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
- Identificar, enunciar y analizar integralmente problemas ambientales.
- Valorar la aplicación de medidas para la prevención de la contaminación y la recuperación, protección y mejora de la calidad ambiental.
- Interpretar y aplicar la legislación ambiental a nivel nacional e internacional, adecuando las soluciones ambientales a dicha normativa.
- Aplicar metodologías normalizadas para el análisis y evaluación de riesgos ambientales.
- Evaluar de forma integral la calidad ambiental del suelo, especialmente cuando existe riesgo para la salud pública.
- Caracterizar las emisiones al suelo, procedentes de la actividad antropogénica.
- Valorar el tratamiento de suelo para evaluar diferentes alternativas y obtener la información necesaria para el diseño de los procesos de tratamiento.
- Proyectar y gestionar sistemas de tratamiento y descontaminación de suelos contaminados.

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

- 1 Ser consciente de la problemática de la contaminación de suelos y aguas subterráneas.
- 2 Diseñar, planificar y analizar los resultados de estudios de caracterización de espacios contaminados.
- 3 Conocer e identificar posibles problemas de contaminación de suelos en base a un estudio histórico del emplazamiento.
- 4 Implementar el análisis de riesgos en la toma de decisiones sobre la gestión de emplazamientos contaminados, conocer el alcance del problema y establecer el grado de necesidad de intervención.
- 5 Conocer los métodos físicos, químicos y biológicos existentes para la recuperación de suelos y sedimentos contaminados.
- 6 Conocer las principales alternativas de actuación en suelos contaminados y aplicar las tecnologías de recuperación más utilizadas.
- 7 Seleccionar las alternativas tecnológicas más adecuadas entre los posibles sistemas de confinamiento y/o tratamiento de suelos, aguas subterráneas y sedimentos contaminados.
- 8 Identificar las soluciones tecnológicas emergentes en el campo del tratamiento y recuperación de suelos contaminados.
- 9 Diseñar, ejecutar y explotar a nivel básico conceptual los sistemas para el tratamiento de suelos contaminados más utilizados.
- 10 Conocer las principales alternativas de actuación en la gestión de sedimentos contaminados.
- 11 Estudiar y analizar ejemplos de actuaciones realizadas para la recuperación de suelos y la gestión de sedimentos contaminados.



## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Actuación en suelos contaminados: Investigación de la contaminación del suelo.

Tema 1.- Introducción. Fuentes de contaminación de suelos y aguas subterráneas. Tipos de contaminantes presentes en el suelo. Mecanismos de contaminación. Interacciones contaminantessuelo. Transformación de contaminantes.

Tema 2.- Marco legal. Actividades potencialmente contaminantes del suelo. Establecimiento de criterios de calidad de un suelo. Protocolos de actuación en suelos contaminados.

Tema 3.- Exploración de suelos contaminados: Muestreo y caracterización del emplazamiento.

Tema 4.- Análisis cuantitativo de riesgos. Aplicación de herramientas predictivas: modelación de la contaminación de suelos y aguas subterráneas.

### 2. Sistemas de tratamiento y recuperación de suelos contaminados.

Tema 5.- Técnicas de confinamiento y contención: barreras; vitrificación in-situ; estabilizaciónsolidificación.

Tema 6.- Tratamientos térmicos: Desorción térmica.

Tema 7.- Técnicas de extracción de contaminantes: extracción de vapor; lavado de suelos in-situ y exsitu; extracción con disolventes; sistemas de bombeo y tratamiento de aguas subterráneas.

Tema 8.- Eliminación de contaminantes en el suelo I: Oxidación química; deshalogenación; tratamientos electroquímicos; barreras reactivas permeables.

Tema 9.- Eliminación de contaminantes en el suelo II: Tratamientos biológicos (bioremediación y fitoremediación). Atenuación natural de suelos contaminados.

Tema 10.- Clasificación de los sistemas de tratamiento. Evaluación y selección de alternativas. Combinación de tecnologías de tratamiento. Consideraciones técnicas y económicas.

### 3. Ejemplos de proyectos de recuperación: Casos prácticos.

Tema 11.- Recuperación de antiguos vertederos. Recuperación de suelos contaminados por vertidos accidentales. Recuperación de suelos industriales. Recuperación en actividades mineras. Tratamiento de suelos afectados por mareas negras.

### 4. Introducción. Propiedades de los sedimentos.

**Transporte de sedimentos. Ecuaciones del balance de materia. Procesos de difusión.**

**Esquemas básicos de modelación de sedimentos.**

Tema 12.- Marco legislativo en contaminación de sedimentos. Implicaciones de los sedimentos en la calidad de las aguas. Problemática de gestión. Técnicas de muestreo y conservación de muestras.

Tema 13.- Caracterización de los sedimentos: granulometría, humedad, densidad, porosidad, materia orgánica. Transporte y sedimentación de sólidos suspendidos.

Tema 14.- Aproximaciones a la modelación del flujo de oxígeno, nutrientes: flujo constante en estado estacionario, modelos de dos capas, aproximaciones en estados transitorios.o Tema 12.- Marco legislativo en contaminación de sedimentos. Implicaciones de los sedimentos en la calidad de las aguas.



Problemática de gestión. Técnicas de muestreo y conservación de muestras.

Tema 13.- Caracterización de los sedimentos: granulometría, humedad, densidad, porosidad, materia orgánica. Transporte y sedimentación de sólidos suspendidos.

Tema 14.- Aproximaciones a la modelación del flujo de oxígeno, nutrientes: flujo constante en estado estacionario, modelos de dos capas, aproximaciones en estados transitorios.

### 5. Oxígeno: demanda de oxígeno desde los sedimentos, sulfuros y metano

Tema 15.- Diagénesis de la materia orgánica.

Tema 16.- Modelación de procesos anóxicos en el sedimento. El papel de los sulfuros. Producción de metano. Modelos de demanda de oxígeno.

### 6. Nutrientes: amonio, nitratos y fósforo

Tema 17.- Flujos de amonio y nitratos. Nitrificación y desnitrificación.

Tema 18.- Modelación del Fósforo. Flujo de inorgánico. Procesos de equilibrio.

### 7. Extracción y gestión de los sedimentos

Tema 19.- Extracción de sedimentos: técnicas habituales, técnicas avanzadas.

Gestión posterior: normativa aplicable.

## VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	25,00	100
Prácticas en aula	16,00	100
Prácticas en aula informática	10,00	100
Trabajos en grupo	5,00	100
Clases teórico-prácticas	4,00	100
Asistencia a eventos y actividades externas	6,00	0
Elaboración de trabajos en grupo	30,00	0
Preparación de actividades de evaluación	20,00	0
Preparación de clases de teoría	5,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	29,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>150,00</b>	



## METODOLOGÍA DOCENTE

Las actividades formativas se desarrollarán de acuerdo con la siguiente distribución:

· Actividades teóricas.

Descripción: En las clases teóricas se desarrollarán los temas proporcionando una visión global e integradora, analizando con mayor detalle los aspectos clave y de mayor complejidad, fomentando, en todo momento, la participación del estudiante.

· Actividades prácticas.

Descripción: Complementan las actividades teóricas con el objetivo de aplicar los conceptos básicos y ampliarlos con el conocimiento y la experiencia que vayan adquiriendo durante la realización de los trabajos propuestos. Comprenden los siguientes tipos de actividades presenciales:

o Clases de problemas y cuestiones en aula

o Sesiones de discusión y resolución de problemas y ejercicios previamente trabajados por los/las estudiantes

o Prácticas informáticas de manejo de software específico.

o Presentaciones orales

o Tutorías programadas (individualizadas o en grupo)

· Trabajo personal del estudiante.

Descripción: Realización (fuera del aula) de trabajos monográficos, búsqueda bibliográfica dirigida, cuestiones y problemas, así como la preparación de clases y exámenes (estudio). Esta tarea se realizará de manera individual e intenta potenciar el trabajo autónomo.

· Trabajo en pequeños grupos.

Descripción: Realización, por parte de pequeños grupos de estudiantes (2-4) de trabajos, cuestiones, problemas fuera del aula. Esta tarea complementa el trabajo individual y fomenta la capacidad de integración en grupos de trabajo.

· Evaluación.

Descripción: Realización de cuestionarios individuales de evaluación en el aula con la presencia del profesor/a.

Se utilizará la plataforma de e-learning (Aula Virtual de la Universitat de València y/o PoliformaT de la Universidad Politécnica de Valencia) como soporte de comunicación con el alumnado. A través de ella se tendrá acceso al material didáctico utilizado en clase, así como los problemas y ejercicios a resolver.

## EVALUACIÓN

La evaluación es única y consiste en cuatro partes:

-Una parte teórica: un examen basado en preguntas a desarrollar y cuestiones prácticas.

oLa duración es de dos horas. Se realiza el día asignado en el calendario de exámenes.

oEl porcentaje de peso sobre la nota final es del 40%.

oEl número de preguntas y su valoración están ponderadas a los créditos de cada una de las dos partes de la asignatura: 75% suelos, 25% sedimentos.

-Una parte práctica basada en la participación activa de los alumnos en las actividades presenciales y los problemas realizados a lo largo del curso.



oEl porcentaje de peso sobre la nota final es del 15%.

-Trabajo monográfico de grupo.

oEl porcentaje de peso sobre la nota final es del 22,5%.

oResolución de un ejercicio individual sobre flujos desde el sedimento.

oEl porcentaje de peso sobre la nota final es del 12,5%

Nombre	Descripción	N.Actos	Peso(%)
Prueba escrita de respuesta abierta	Prueba cronometrada, efectuada bajo control, en la que el alumno construye su respuesta. Se le puede conceder o no el derecho a consultar material de apoyo.	1	40,00
Pruebas objetivas (tipo test)	Examen escrito estructurado con diversas preguntas o ítems en los que el alumno no elabora la respuesta; sólo ha de señalarla o completarla con elementos muy precisos.	1	10,00
Trabajo académico	Desarrollo de un proyecto que puede ir desde trabajos breves y sencillos hasta trabajos amplios y complejos propios de últimos cursos y de tesis doctorales.	1	22,50
Caso	Supone el análisis y la resolución de una situación planteada que presenta problemas de solución múltiple, a través de la reflexión y el diálogo para un aprendizaje grupal, integrado y significativo.	1	12,50
Observación	Estrategia basada en la recogida sistemática de datos en el propio contexto de aprendizaje: ejecución de tareas, prácticas;	1	15,00

## REFERENCIAS

### Básicas

- - A) Suelos:

Lagrega M.D., Buckingham P.L., Evans J.C. Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. McGraw-Hill/Interamericana de España Madrid (1996).

Mirsal I.A. Soil Pollution. Origin, Monitoring & Remediation. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg (2004).

Nyer Evan K. In situ treatment technology. Lewis Publishers (2001)

Porta J., Lopez-Acevedo M., Roquero C. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa Madrid (2003).



Suthersan Suthan S. Remediation engineering: design concepts. CRC-Lewis Publishers, (1997)

Wong J., Lim C.H., Nolen G.L. Design of remediation systems. CRC/Lewis Publishers (1997)

B) Sedimentos:

EPA (2001). Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. Office of Water and Technology. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C. EPA-823-B-01-002.

Chapra, S.C. (1997). Surface Water Quality Modelling. Mc-Graw Hill. New York.

Di Toro, D. (2001). Sediment Flux Modeling. John Wiley & Sons, Inc., Wiley-Interscience. New York (USA).

### Complementarias

- A) Suelos:

Salomons W., Förstner U., Mader P. (Eds.). Heavy Metals. Problems and Solutions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1995).

Levin M., Gealt M.A. Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. McGraw-Hill/Interamericana de España Madrid (1997).

Wise D.L., Trantolo D.J. Remediation of hazardous waste contaminated soils. Marcel Dekker, New York (1994).

Kobus H., Barczewski B., Koschitzky H.P. (Eds). Groundwater and Subsurface Remediation. Research Strategies for In-situ Technologies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1996).

Barrettino D., Loredó J., Pendás F. (eds.) Acidificación de suelos y aguas: problemas y soluciones Instituto Geológico y Minero de España Madrid (2005).

B) Sedimentos:

EPA (2000). Bioaccumulation testing and interpretation for the purpose of sediment quality assessment. Status and needs. Office of Water. Office of Solid Waste.. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C. EPA-823-R-00-001.

### ADENDA COVID-19

**Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno**

#### 1. Contenidos

Se mantienen los contenidos inicialmente programados

#### 2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia



No se añaden ni se eliminan actividades distintas de las planificadas originalmente. Se ha facilitado al estudiante todo el material para que pueda seguir su propia programación horaria. Sin embargo, se mantienen las sesiones programadas en las mismas fechas y con la misma duración para resolución de dudas a través de la plataforma Teams de Office 365

### **3. Metodología docente**

La docencia presencial se sustituye por videoconferencias síncronas mediante BBC o Teams en los mismos horarios ya establecidos.

Las tutorías se siguen realizando a demanda de los estudiantes, como está ya programado habitualmente, mediante preguntas/respuestas por correo electrónico y mediante videoconferencia.

Con anterioridad a las videoconferencias, se les envía a los estudiantes un documento con cuestiones previas para repasar conceptos y enlaces a vídeos en red que ilustran los contenidos que se van a desarrollar.

Los problemas resueltos en clase son transcritos y puestos a disposición en el repositorio de la asignatura.

### **4. Evaluación**

Se mantiene la ponderación existente en la guía docente para las diferentes actividades de evaluación.

La Prueba escrita de respuesta abierta se mantiene en formato a distancia. Se les enviarán a los alumnos las preguntas el día y la hora señalados oficialmente para esta prueba y los alumnos deberán entregar las respuestas por correo electrónico al profesor responsable en el tiempo indicado. Durante el proceso se abrirá una sesión en Teams para el grupo mientras responden las preguntas de la parte de Sedimentos con el fin de resolver dudas.

Mientras respondan a las preguntas de suelos, las consultas las podrán realizar mediante el Aula Virtual de la UV. Por ello se establecerán claramente los horarios de cada una de las partes. La resolución de problemas prácticos se realizará también a distancia y se pedirá al alumnado que cuelgue la resolución en Aula Virtual, incluyendo un breve video o audio, explicando cómo ha resuelto el problema. Durante toda la prueba se mantendrá abierta una videoconferencia Blackboard Collaborate (BBC) para resolver posibles dudas del alumnado.

La evaluación mediante Observación se mantiene igual dado que se desarrolla durante la primera parte del curso y se ha completado durante la etapa docente presencial.

El trabajo monográfico de grupo se llevará a cabo tal como estaba previsto, habiendo uso de la herramienta de trabajo colaborativo Padlet para tutorías y seguimiento. La entrega y exposición del trabajo se mantiene en las fechas previstas (11 de mayo y 19 de mayo). La exposición oral se llevará a cabo, tal como estaba previsto en el horario del curso, mediante videoconferencia Blackboard Collaborate (BBC) con presencia de todos los equipos on-line y siguiendo las instrucciones inicialmente indicadas. En caso de ser necesario, se llevará a cabo en varias sesiones de videoconferencia.



La realización del caso práctico se mantiene con la estructura que se realiza de forma presencial: entrega del ejercicio el 24 de abril y tutorías a distancia, con Teams, para su resolución. Entrega en la memoria y hoja de cálculo con fecha límite el día del examen teórico.

### **5. Bibliografía**

No hay cambios en la bibliografía recomendada.

