



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Ingeniería sanitaria	Código	632514009	
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Obligatoria	4.5
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Enxeñaría Civil			
Coordinador/a	Suarez Lopez, Joaquin	Correo electrónico	joaquin.suarez@udc.es	
Profesorado	Jacome Burgos, Alfredo Suarez Lopez, Joaquin	Correo electrónico	alfredo.jacome@udc.es joaquin.suarez@udc.es	
Web				
Descripción general	<p>Comprender las relaciones entre calidad y contaminación del agua. Conocer los componentes de los sistemas de abastecimiento y saneamiento de poblaciones. Comprender y aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con el tratamiento del agua (potabilización, depuración y reutilización).</p> <p>Conocimiento, comprensión y capacidad para el uso de fundamentos, técnicas y tecnologías de tratamiento de aguas potables y depuración de aguas residuales residuales con el fin de configurar y dimensionar líneas de proceso capaces de alcanzar los objetivos de calidad/contaminación del agua deseados.</p>			

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A1	Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros
A2	Capacidad para comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública
A3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
A5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la Ingeniería Civil
A6	Aplicación de las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la Ingeniería Civil
A8	Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de ingeniería. Utilización de métodos y modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos y de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil
A10	Aplicación de las características de la aleatoriedad de la mayoría de los fenómenos físicos, sociales y económicos, para actuar de la forma correcta en la toma de decisiones ante la presencia de incertidumbre en problemas complejos, y para efectuar análisis y crítica racional de actuaciones
A33	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con los residuos sólidos urbanos, la contaminación atmosférica, sonora y del agua
A34	Capacidad para diseñar y gestionar el abastecimiento y saneamiento de una población, incluyendo diseño y proyecto de soluciones de saneamiento, drenaje y gestión avanzada de aguas residuales en la ciudad. Conocimiento sobre procesos avanzados de depuración para la eliminación de nutrientes y de estrategias de gestión de aguas tiempo de lluvia.



A35	Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales con el fin de inventariar el medio, aplicando metodologías de valoración de impactos para su empleo en estudios y evaluaciones de Impacto Ambiental.
B1	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B2	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
B6	Resolver problemas de forma efectiva
B9	Trabajar de forma colaborativa
B10	Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional
B14	Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común
C5	Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.
C8	Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros	AM1		
Capacidad para comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública	AM2		
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	AM3		
Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la Ingeniería Civil	AM5		
Aplicación de las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la Ingeniería Civil	AM6		
Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de ingeniería. Utilización de métodos y modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos y de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil	AM8		
Aplicación de las características de la aleatoriedad de la mayoría de los fenómenos físicos, sociales y económicos, para actuar de la forma correcta en la toma de decisiones ante la presencia de incertidumbre en problemas complejos, y para efectuar análisis y crítica racional de actuaciones	AM10		
Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		BM1	
Conocimiento y comprensión para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con la reutilización de aguas residuales depuradas.	AM34		
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con el tratamiento de lodos de depuración	AM34		
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con la depuración de aguas residuales	AM34		
Conocimiento y comprensión de las relaciones entre calidad del agua, contaminación del agua y degradación de las masas de agua.	AM35		
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con los residuos sólidos urbanos, la contaminación atmosférica, sonora y del agua	AM33		



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		BM2	
Resolver problemas de forma efectiva		BM6	
Trabajar de forma colaborativa		BM9	
Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional		BM10	
Entender y aplicar el marco legal de la disciplina		BM14	
Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras			CM5
Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad			CM8

Contenidos	
Tema	Subtema
1.- CAUDALES DE ABASTECIMIENTO Y DE SANEAMIENTO	El consumo urbano. Variación y evolución del consumo. Otros consumos. Cálculo de caudales abastecimiento. Cálculo de caudales en saneamiento.  ITOHG-ABA ITOHG-SAN
2.- OBJETIVOS Y CONFIGURACIÓN DE UNA LÍNEA DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS	Objetivos. Configuración.
3.- CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	Parámetros de contaminación. Directiva 91/271.  ITOHG-EDAR-CARGAS DE CONTAMINACIÓN.
4.- DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Objetivos. Esquemas generales de depuración. Línea convencional y otros esquemas. Tratamiento de aguas residuales urbanas. Tratamiento de aguas residuales industriales.
5.- TRATAMIENTO PARA LA ELIMINACIÓN DE PARTÍCULAS. DECANTACIÓN LIBRE.	Objetivos del tratamiento. Tipos de tratamiento. Decantación libre: teoría. Aplicación de la decantación libre. Tecnología. Criterios de diseño.
6.- FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN.	Tipos de sedimentación. Sedimentación floculenta. Sedimentación de suspensiones concentradas. Decantadores estáticos: criterios de diseño.
7.- PRETRATAMIENTOS	Esquema general. Desbaste. Desarenado. Desengrasado. Resumen de parámetros.  ITOHG-EDAR-OBRA DE LLEGADA. ITOHG-EDAR-PRETRATAMIENTOS.
8.- TRATAMIENTOS PRIMARIOS	Objetivos. Tipos de procesos. Decantación primaria. Procesos complementarios de mejora. Flotación por aire disuelto.  ITOHG-EDAR-DECANTACIÓN PRIMARIA.
9.- TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS	Fundamentos de los procesos biológicos de depuración. Cinética de las reacciones microbianas. Modelo general de degradación de materia orgánica. Tipología de los procesos biológicos.
10.- FANGOS ACTIVOS	Introducción. Concepto. Teoría y diseño de procesos. Sistemas de aireación. Ingeniería del proceso. Decantación secundaria.  ITOHG-EDAR-BIOMASA EN SUSPENSIÓN DE MEDIA CARGA.
11.- LECHOS BACTERIANOS	Introducción. Concepto. Descripción del proceso. Análisis teórico. Criterios de diseño. Decantación secundaria.  ITOHG-EDAR-LECHOS BACTERIANOS.



12.- LÍNEA DE FANGOS. INTRODUCCIÓN	Objetivos. Características xerais dos lodos. Etapas e obxectivos. Esquemas xerais de liñas de lodo. Orixe dos fluxos de lodo e características. Estimación da produción. Estabilización.
13.- PRETRATAMIENTO Y ESPESAMIENTO	Objetivos. Tipos de procesos. Espesamiento por gravedad. Espesamiento por flotación. Centrífugas. Mesas espesadoras. Tambores de espesamiento.
14.- ESTABILIZACIÓN DE FANGOS	Objetivos. Tipos de estabilización. Estabilización con cal. Acondicionamiento térmico. Digestión aerobia. Digestión anaerobia. Criterios de diseño del proceso convencional.
15.- DESHIDRATACIÓN Y EVACUACIÓN DE FANGOS	Introducción. Tipos de deshidratación. Acondicionamiento del fango. Deshidratación natural: eras de secado. Deshidratación mecánica. Evacuación de fangos.
16.- DESINFECCIÓN EFLUENTES	Introducción. Principios de la desinfección con radiación UV. Tecnología de lámpara UV. Criterios de diseño.
17.- REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	Criterios de reutilización: RD sobre reutilización de aguas residuales. Tecnologías para la regeneración de aguas residuales depuradas.
18.- ASPECTOS VINCULADOS A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	Introducción. Principales riesgos. Evaluación de la exposición. Riesgos químicos. Riesgos biológicos. Riesgos en cada una de las etapas. Control del riesgo.
19.- INFRAESTRUCTURAS DE VERTIDO. EMISARIOS SUBMARINOS	Introducción. Principios de funcionamiento. Instrucción de vertido al mar.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A1 A2 A3 A5 A6 A8 A10 A33 A34 A35 B1 B2 C5	30	45	75
Trabajos tutelados	B6 B9 B14	10	20	30
Prueba de respuesta breve	B10	2	1	3
Atención personalizada		4.5	0	4.5

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Los profesores expondrán en clase todos y cada uno de los temas, apoyándose en presentaciones gráficas. La asistencia del alumno formará parte de la evaluación.
Trabajos tutelados	<p>El alumno, de forma individual, o con un compañero, realizará el dimensionamiento de una depuradora de aguas residuales urbanas. Se trabajará en hoja de cálculo excel.</p> <p>Se valorarán los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cumplimiento de los objetivos fijados para cada fecha de tutoría-control.</li> <li>b) Comprensión de los criterios de dimensionamiento.</li> <li>c) Claridad en la secuencia de dimensionamiento de las diferentes etapas.</li> <li>d) Resolución de problemas o errores detectados.</li> <li>d) Implicación en la elaboración de la hoja de cálculo.</li> <li>e) Elaboración de croquis finales de implantación de diversas soluciones de EDAR.</li> <li>f) Elaboración de diagrama de flujos de la EDAR.</li> </ul> <p>Los alumnos, de manera individual, y con el fin de poder valorar algunos de los aspectos citados anteriormente, deberán demostrar su competencia con la hoja de cálculo elaborada mediante un proceso de discusión con los profesores. Esta evaluación se realizará en cada una de las entregas de las diferentes partes de la hoja de cálculo.</p>



Prueba de respuesta breve	Los profesores prepararán y entregarán a los alumnos una lista de cuestiones analíticas y conceptuales. Estas cuestiones deberán ser resueltas por los alumnos, y sobre esta base de cuestiones se realizará al menos una prueba de control de conocimientos que formará parte de la evaluación global de cada alumno con matrícula a tiempo completo y que haya cumplido con el porcentaje mínimo exigido de asistencia (leer atentamente Evaluación, recuadro de "observaciones evaluación").
---------------------------	---

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados Sesión magistral	Para la realización del trabajo tutelado es importante consultar con el profesor los avances que se vayan realizando progresivamente para ofrecer las orientaciones necesarias en cada caso para asegurar la calidad de los trabajos de acuerdo a los criterios que se indicarán. El seguimiento se hará preferentemente de forma presencial individual o por grupo.

### Evaluación

Metodologías	Competencias / Resultados	Descripción	Calificación
Trabajos tutelados	B6 B9 B14	Se describe su estructura e importancia en el apartado de metodología. Es un requisito fundamental para aprobar la asignatura que el alumno obtenga un mínimo de 5 puntos sobre 10 en el trabajo tutelado.	55
Sesión magistral	A1 A2 A3 A5 A6 A8 A10 A33 A34 A35 B1 B2 C5	Se exigirá que el alumno cumpla con una asistencia mínima del 80% de las horas-clase magistrales efectivas. Para aprobar la asignatura con metodología Bolonia se deberá cumplir este requisito (leer "observaciones evaluación" apartado A). Los profesores podrán hacer un seguimiento y advertir al alumno sobre la falta de cumplimiento de este requisito, pero en todo caso, será responsabilidad individual de cada alumno el autocontrol sobre su grado de asistencia a clases.  En el caso de alumnos con matrícula de dedicación parcial, su evaluación se describe en el apartado B de "observaciones evaluación". Sin embargo, si estos alumnos asistieran regularmente a clases, cumpliendo con el mínimo exigido (80% de asistencia), y realizaran el trabajo tutelado, entonces su evaluación será similar a los alumnos con matrícula a tiempo completo.	20
Prueba de respuesta breve	B10	La prueba de control de conocimientos es de obligada realización por todos los alumnos. Formará parte de la evaluación continua global. Es un requisito fundamental para aprobar la asignatura que el alumno obtenga un mínimo de 5 puntos sobre 10 en esta prueba.  Leer atentamente "observaciones evaluación" para conocer el detalle de los criterios de evaluación para alumnos de matrícula a tiempo completo (apartado A) y para alumnos de matrícula a tiempo parcial (apartado B).	25

### Observaciones evaluación



## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A.- Alumnos con matrícula a tiempo completo

El peso de las partes evaluables será el

siguiente: asistencia a las sesiones magistrales (15%); salida de campo (5%); trabajo tutelado (55%) y prueba de respuesta breve (25%).

Para superar

la asignatura, tanto en la prueba de respuesta breve como en el trabajo tutelado, el alumno deberá obtener una nota mínima de 5 sobre 10. Es decir, tanto el trabajo tutelado como la prueba de respuesta breve son de obligada realización para el estudiante.

El alumno, de forma individual, o con un compañero (será establecido por los profesores al comienzo de la asignatura), realizará el dimensionamiento de una depuradora de aguas residuales urbanas. Se trabajará en hoja de cálculo excel.

Se valorarán los siguientes aspectos:

- a) Cumplimiento de los objetivos fijados para cada fecha de tutoría-control.
- b) Comprensión de los criterios de dimensionamiento.
- c) Claridad en la secuencia de dimensionamiento de las diferentes etapas.
- d) Resolución de problemas o errores detectados.
- d) Implicación en la elaboración de la hoja de cálculo.
- e) Elaboración de croquis finales de implantación de diversas soluciones de EDAR.
- f) Elaboración de diagrama de flujos de la EDAR.

Los alumnos, de manera individual, y con el fin de poder valorar algunos de los aspectos citados anteriormente, deberán demostrar su competencia con la hoja de cálculo elaborada mediante un proceso de discusión con los profesores. Esta evaluación se realizará en cada una de las entregas de las diferentes partes de la hoja de cálculo. El resultado de esta evaluación es "apto" o "no apto". Si el alumno es evaluado como "no apto" deberá fijar una nueva fecha de evaluación hasta ser evaluado como "apto".

La prueba de respuesta breve comprenderá la "resolución de 14 cuestiones". Diez (10) de las cuestiones a resolver saldrán, por sorteo, de un listado amplio de cuestiones que se pondrá a disposición de los alumnos en su debido momento, y que por lo tanto el alumno conocerá de antemano para su estudio y resolución. Las otras 4 cuestiones a resolver serán seleccionadas por el alumno de un conjunto de 6 cuestiones que será entregado por los profesores a los alumnos el día y hora de la convocatoria del examen. En general, las cuestiones podrán tener carácter teórico y/o práctico. Las de carácter teórico podrán tener forma de test y/o desarrollo breve. Cada una de las 14 cuestiones que finalmente conformen el examen tendrá el valor de 1 punto, y el alumno deberá obtener un mínimo de 7 sobre 14 para superar la prueba de respuesta breve.

El porcentaje mínimo exigido de asistencia a las sesiones magistrales es del 80 % de las horas de clase. La asistencia se controlará mediante la firma del alumno en la hoja de control. La puntuación de la asistencia general va de 0 puntos (cuando se tiene el 80% de asistencia) a 1,5 puntos (con el 100% de asistencia). Entre el 80 y 100% de asistencia, la puntuación se obtiene mediante un ajuste lineal entre los puntos de coordenadas (0; 80) y (1,5; 100).



B.- Para los alumnos con matrícula a tiempo parcial

Por normativa, los alumnos a tiempo

parcial están exentos de la asistencia a las sesiones magistrales. Por lo tanto, la puntuación correspondiente a la asistencia se distribuye entre el trabajo tutelado y la prueba de respuesta breve, quedando así:

... Salida de campo (5%)

... Trabajo tutelado (60%)

... Prueba de respuesta breve (35%)

Para superar la asignatura, tanto

en la prueba de respuesta breve como en el trabajo tutelado, el alumno deberá obtener una nota mínima de 5 sobre 10. Es decir, tanto el trabajo tutelado como la prueba de respuesta breve son de obligada realización para el estudiante. Las entregas parciales del trabajo tutelado se ajustarán a las mismas fechas que los alumnos a tiempo completo y, al igual que los alumnos a tiempo completo, deberán demostrar su competencia con la hoja de cálculo elaborada mediante un proceso de discusión con los profesores.

Los estudiantes a tiempo parcial

dispondrán de todos los materiales para el estudio en la misma plataforma Moodle.

Asimismo, para la atención personalizada

tienen a su disposición el correo electrónico institucional a través del cual se pueden hacer consultas y acordar tutorías con los profesores.



## Fuentes de información

<b>Básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Metcalf&amp;Eddy (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid: McGraw-Hill Interamericana</li><li>- Tejero, J. Suárez, A. Jácome; J. Temprano (2004). Ingeniería sanitaria y ambiental. Santander: ETSI Caminos</li><li>- DEGREMONT (1979). Manual técnico del agua. Madrid: Degremont</li><li>- G. Kiely (1998). Ingeniería ambiental. Fundamentos. Entornos. Tecnologías y sistemas de gestión. New York: McGraw-Hill</li><li>- H.J. Glynn, G.W. Heinke (2000). Ingeniería ambiental. NY: Prentice Hall</li><li>- STEEL, E.W.; MCGHEE, T (1981). Abastecimiento de agua y alcantarillado. Barcelona: Gustavo Gili, S.A</li><li>- ROMERO, J. (1999). Potabilización del agua. Bogotá: Alfaomega y Escuela Colombiana de Ingeniería</li><li>- CEDEX (---). CURSO SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EXPLOTACIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS. VARIAS EDICIONES</li><li>- Hernández, A. (2015). MANUAL DE DISEÑO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES. Colección Señor - Colegio de Ing Caminos</li><li>- AUGAS DE GALICIA - XUNTA DE GALICIA (2013-2015). Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia: Serie EDAR. Galicia</li></ul>
<b>Complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- AWWA -ASCE (1998). Water Treatment Plant Design. NY: McGraw-Hill</li></ul>

## Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Asignaturas que continúan el temario

Gestión avanzada del saneamiento/632514038

## Otros comentarios

1.- Leer atentamente "observaciones evaluación" para conocer el detalle de los criterios de evaluación para alumnos de matrícula a tiempo completo (apartado A) y para alumnos de matrícula a tiempo parcial (apartado B). 2.- Asignatura del Master de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos que continua el temario: Gestión Avanzada del Saneamiento Urbano de 2º curso.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías