



Máster en Ingeniería Química

66232 - Tecnologías alternativas para la depuración de aguas residuales industriales

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 3.0

Información básica

Profesores

- Eva María Francés Pérez efrances@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para cursar la asignatura de *Tecnologías Alternativas para la Depuración de Aguas Residuales Industriales* se recomienda haber cursado la asignatura *Ingeniería del Medio Ambiente* del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza.

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento disponen del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

El material de la asignatura está presente en el Anillo Digital Docente (ADD) para los alumnos matriculados en la asignatura, por lo que se recomienda su consulta habitual.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Se trata de una asignatura de 3 créditos ETCS, lo que equivale a 75 horas de trabajo del estudiante, a realizar tanto en horas presenciales como no presenciales, repartidas del siguiente modo:

- **16 horas de clase magistral**, distribuidas aproximadamente en 2 horas semanales. En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos y conceptos necesarios para la resolución de casos prácticos.
- **6 horas de resolución de problemas y casos**, distribuidas aproximadamente en 1 hora semanal. En ellas se desarrollarán problemas y casos prácticos coordinados en contenido con la evolución temporal de las exposiciones teóricas.
- **4 horas de prácticas de simulación** en las que se utilizarán programas comerciales para diseñar distintas tecnologías de depuración.
- **4 horas de prácticas especiales**, correspondientes a visitas a depuradoras industriales.
- **44 horas de realización de trabajos de aplicación** que consistirán en la realización de tareas de desarrollo, ampliación, documentación, resolución... del informe científico sobre uno de los temas propuestos por el profesorado. Este trabajo se asignará al principio del cuatrimestre y será de realización individual o en grupo pequeño (2-3 alumnos) y se plasmará en un entregable cuyos contenidos, exposición y defensa serán calificados. La realización de los trabajos es opcional y en el caso de que se opte por no hacerlo, el estudiante deberá hacer un examen y las 44 horas de trabajo se corresponderán a horas de estudio personal.
- **1 hora de pruebas de evaluación**, bien para exponer el caso práctico (evaluación continua) o para la realización de un examen global.

La relación de fechas y actividades concretas, así como todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (<https://moodle2.unizar.es/add/>).

El calendario de la asignatura se adapta al establecido en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), así como sus horarios y calendario de exámenes, y se pueden consultar todos ellos en su página Web: <http://eina.unizar.es>

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Predice si una industria o proceso productivo industrial genera un agua residual contaminada susceptible de depuración.
- 2:** Diferencia los tratamientos aplicables a un agua residual asimilable a urbana de los usados para un agua con contaminantes tóxicos o refractarios procedente de la industria.
- 3:** Compara y selecciona las diferentes tecnologías que se pueden aplicar a un residuo líquido industrial no biodegradable.
- 4:** Diseña la tecnología seleccionada para un caso determinado con datos bibliográficos y/o suministrados por una empresa real.
- 5:** Profundiza y aplica los conocimientos expuestos en otras asignaturas con el objeto de diseñar tecnologías avanzadas o alternativas en la depuración.
- 6:** Aplica herramientas informáticas comerciales para el diseño de unidades de intercambio iónico y de ósmosis inversa.
- 7:** Utiliza la legislación aplicable al vertido industrial, tanto para calcular el canon de vertido como de saneamiento.
- 8:** Compara las tecnologías explicadas en las clases teóricas con las observadas en las visitas a empresas.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Tecnologías Alternativas para la Depuración de Aguas Residuales Industriales es una asignatura optativa de 3 ECTS perteneciente al bloque de Materia Optativa de *Ingeniería del Medio Ambiente* (24 ECTS) del módulo *Ingeniería de Procesos y Producto (IPP)* en el Máster Universitario en *Ingeniería Química* de la Universidad de Zaragoza.

Esta asignatura tiene una orientación de itinerario profesional y se imparte en el primer semestre del segundo curso del máster.

La asignatura pretende que el alumno conozca qué tecnologías alternativas se puedan usar en la depuración de aguas residuales cuando los métodos convencionales no son aplicables.

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 complementa la formación del alumno en temas de depuración de aguas, de forma que los alumnos adquieran una formación sólida sobre el origen y tratamiento de las aguas residuales industriales, en particular, aquellas que no sean asimilables a urbanas y que contengan sustancias peligrosas. En este caso, no se puede realizar un tratamiento convencional, sino que se deben aplicar tecnologías alternativas que se estudiarán en esta asignatura.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura está programada en el primer semestre de segundo curso del *Máster Universitario en Ingeniería Química* y pertenece al módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*, dentro de la *Materia Optativa de Ingeniería del Medio Ambiente*. En este sentido, al cursar la asignatura, el estudiante adquirirá competencias directamente encaminadas para el ejercicio profesional, tanto desde el punto de vista de diseño y análisis de equipos, como de solucionar problemas y aplicar métodos innovadores.

Cuando el alumno cursa esta asignatura generalmente ya ha cursado la mayor parte de las asignaturas del Máster y ha adquirido conocimientos de materias obligatorias de *Gestión Ambiental en la Industria y Ampliación de Procesos de Separación* y además, si ha cursado la asignatura optativa de *Calidad y Tratamiento de Aguas*, tendrá conocimientos sobre la depuración y regeneración de las mismas. Con la asignatura de *Tecnologías Alternativas para la Depuración de Aguas Residuales Industriales*, se pretende utilizar algunos conceptos estudiados en estas asignaturas, aplicarlos y ampliarlos a los casos más problemáticos de depuración de aguas residuales industriales, es decir cuando contienen sustancias tóxicas (metales, aceites, cianuros,...) utilizando tecnologías alternativas como el uso de membranas, intercambio iónico, adsorción,...

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

1: **Competencias Genéricas**

- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental. (CG1)
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. (CG2)
- Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados. (CG3)
- Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología. (CG4)
- Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados. (CG5)
- Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental. (CG6)
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de

información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional. (CG7)

- Liderar y definir equipos multidisciplinares capaces de resolver cambios técnicos y necesidades directivas en contextos nacionales e internacionales. (CG8)
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor. (CG10)
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión. (CG11)

2:

Competencias Específicas

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos. (CE1)
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas. (CE2)
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas (CE3).
- Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño (CE4).
- Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química (CE5).
- Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos (CE6).
- Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental (CE8).
- Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad (CE10).
- Dirigir y realizar la verificación, el control de instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes (CE11)

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

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del estudiante en la materia de Ingeniería del Medio Ambiente. Con esta intención, se pretende que el alumno sea capaz de adquirir los resultados de aprendizaje enumerados en el apartado correspondiente.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Opción 1:

La evaluación es continua y comprende:

1. Elaboración de un informe científico (por parejas o de forma individual dependiendo del número de alumnos matriculados) sobre uno de los temas propuestos por el profesorado para demostrar que se han alcanzado los resultados de aprendizaje 1 a 5 y 7. En la evaluación se considerarán los contenidos, la exposición y su defensa. A esta actividad se le asigna el **60% de la calificación final**.
2. Realización de las prácticas de simulación y entrega de un informe. A esta actividad le corresponde un **20% de la calificación final** y va a permitir realizar un seguimiento de la adquisición progresiva de las competencias propuestas y los resultados de aprendizaje 4,5 y 6.
3. Realización de prácticas especiales y entrega de un informe de cada una de las visitas, exponiendo qué características tiene el agua a tratar y describiendo las tecnologías utilizadas. Además deberá plantear en este informe alternativas a las observadas en la industria. Los resultados de aprendizaje alcanzados en esta actividad serán los números 3, 5 y 8. A esta actividad de evaluación se le asigna el **20% de la calificación final**.

Se precisa una nota mínima de 4,0 sobre 10 para promediar las distintas partes. La asignatura se superará con un 5 sobre 10. En el caso de suspender alguna de las partes se guardarán las partes aprobadas (calificación superior a 5) para la prueba de la opción 2 o para la siguiente convocatoria.

2:

Opción 2:

Aquellos alumnos que no quieran/puedan seguir la evaluación continua (opción 1), o no hayan superado alguna prueba de ésta, podrán optar por presentarse a un examen formado por cuestiones tanto de las clases teóricas como de las prácticas. En el caso de tener alguna de las partes de la opción 1 aprobadas, sólo deberán examinarse de las partes no superadas, manteniéndose el porcentaje de calificación para cada apartado.

Mediante el examen global se alcanzan todos los resultados de aprendizaje y se desarrollan, en mayor o menor medida, las competencias expuestas en esta Guía Docente.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas (casos), trabajos tutelados, siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más aplicado. Finalmente los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

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:

Clases magistrales (16 h presenciales). En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos de los distintos temas propuestos (véase planificación).

- 2:** Clases de resolución de problemas y casos prácticos (6 h presenciales). Se resolverán problemas relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales y con el trabajo que deban realizar los alumnos.
- 3:** Sesiones de prácticas de simulación (4 h presenciales). En estas prácticas se utilizarán programas comerciales para simular procesos de ósmosis inversa (ROSA) e intercambio iónico (CADIX).
- 4:** Prácticas especiales (4 h presenciales), correspondientes a visitas a depuradoras de efluentes industriales.
- 5:** Trabajo tutelado o estudio individual (44 h no presenciales). Estas horas se utilizarán en la realización de los entregables (trabajo e informes de las distintas prácticas). Estos entregables deberán ser realizados preferentemente de forma individual (o en grupo en el caso de que el número de alumnos sea elevado). En el caso de que se opte por no hacer los informes, el estudiante deberá hacer un examen y las 44 horas de trabajo se corresponderán a horas de estudio personal.
- 6:** Evaluación (1 h) de prueba de evaluación, bien para presentar el caso práctico (evaluación continua) o para la realización de un examen global.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además cada profesor informará de su horario de atención de tutorías. **El temario previsto** para la asignatura es el siguiente:

BLOQUE 1.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

1. Problemática de las aguas residuales industriales. Diferenciación con las aguas residuales urbanas
2. Contaminantes específicos de una agua residual industrial
3. Efluentes industriales producidos en distintos sectores
4. Normativa de vertido

BLOQUE 2.- ELIMINACIÓN DE IONES TÓXICOS

5. Intercambio iónico
6. Tratamientos electroquímicos
7. Ósmosis inversa

BLOQUE 3.- ELIMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DISUELTA NO BIODEGRADABLE

8. Adsorción
9. Oxidación avanzada
10. Fluidos supercríticos

BLOQUE 4.- ELIMINACIÓN DE GRASAS Y/O ACEITES

11. Ultrafiltración y microfiltración
12. Separadores por flotación

Se realizarán **dos sesiones prácticas** de simulación de dos horas cada una. Dependiendo de la profundidad exigida se trabajará con 1 ó 2 aplicaciones informáticas:

1. Diseño de una columna de resina de intercambio iónico mediante software CADIX

2. Diseño de una instalación de membranas de ósmosis inversa mediante software ROSA

Además, se **visitarán dos depuradoras** de empresas de la provincia, a determinar al comienzo del curso en función de la disponibilidad de las mismas.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Eckenfelder, William Wesley. Industrial water pollution control / W. Wesley Eckenfelder, Jr . - 3rd ed. Boston [etc.] : McGrawHill, cop. 2000
- Nemerow, Nelson Leonard. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos / Nelson Leonard Nemerow, Avijit Dasgupta Madrid : Diaz de Santos, D.L. 1998
- Water treatment = tratamientos de aguas = tractaments d'aigües / [J. M^a Martí Deulofeu] ; [coordinación, Sergi Martí] . - [3a. ed.] Barcelona : [s.n.], 2000