

## Grado en Ingeniería Química Industrial

### DATOS DE LA ASIGNATURA

|   |                         |                               |                           |                            |
|---|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Nombre:</b>  |                         |                               |                           |                            |
| Tratamientos de Residuos Industriales                           |                         |                               |                           |                            |
| <b>Denominación en inglés:</b>                                  |                         |                               |                           |                            |
| Industrial Waste Treatments                                     |                         |                               |                           |                            |
| <b>Código:</b>  |                         | <b>Carácter:</b>              |                           |                            |
| 606210219   |                         | Obligatorio                   |                           |                            |
| <b>Horas:</b>   |                         |                               |                           |                            |
|   | <b>Totales</b>          | <b>Presenciales</b>           | <b>No presenciales</b>    |                            |
| <b>Trabajo estimado:</b>  | 150                     | 60                            | 90                        |                            |
| <b>Créditos:</b>  |                         |                               |                           |                            |
|   | <b>Grupos reducidos</b> |                               |                           |                            |
| <b>Grupos grandes</b>   | <b>Aula estándar</b>    | <b>Laboratorio</b>            | <b>Prácticas de campo</b> | <b>Aula de informática</b> |
| 4.14  | 0.86                    | 1                             | 0                         | 0                          |
| <b>Departamentos:</b>   |                         | <b>Áreas de Conocimiento:</b> |                           |                            |
| Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales |                         | Ingeniería Química            |                           |                            |
| <b>Curso:</b>   |                         | <b>Cuatrimestre:</b>          |                           |                            |
| 3º - Tercero  |                         | Segundo cuatrimestre          |                           |                            |

### DATOS DE LOS PROFESORES

|                                |                        |                  |   |
|--------------------------------|------------------------|------------------|---|
| <b>Nombre:</b>                 | <b>E-Mail:</b>         | <b>Teléfono:</b> | <b>Despacho:</b>                        |
| Díaz Blanco, Manuel Jesús      | dblanco@uhu.es         | 959219990        | FAC. CC. EE. CAMPUS EL CARMEN P4 N.6-07 |
| *García Domínguez, Juan Carlos | juan.garcia@diq.uhu.es | 959 219 940      | Facultad C.C. Experimentales P3-N6-16   |

\*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

**1. Descripción de contenidos****1.1. Breve descripción (en castellano):**

Al cursar esta materia el alumno debe tener conocimiento tanto de la problemática como de la correcta gestión de los residuos industriales y debe saber aplicar las mejores soluciones técnicas disponibles, dentro del marco legal establecido.

**1.2. Breve descripción (en inglés):**

After completing this subject, students should have knowledge of both the problems caused and the proper management of industrial wastes. On the other hand, should be able to apply the best available technical solutions within the established legal framework.

**2. Situación de la asignatura****2.1. Contexto dentro de la titulación:**

La asignatura, impartida en el tercer año de la titulación, recopila los conocimientos impartidos en otras materias y los integra. Esta situación permite hacer comprender, a los alumnos, las técnicas y estrategias para minimizar la carga ambiental de los residuos generados (sólidos, líquidos y gaseosos) en la industria.

**2.2. Recomendaciones:**

Conocimientos de Química Industrial. Es recomendable tener conocimientos previos sobre mecanismos de transferencia de energía, materia y cantidad de movimiento.

**3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):**

En general, se pueden marcar los siguientes objetivos a conseguir por el alumno:

- O1.** Adquirir una visión general de la problemática de los residuos industriales, asociándola a sus fuentes de producción fundamentalmente industriales), y sus implicaciones sobre los tres factores ambientales: agua, aire y suelo.
- O2.** Conocer las diferentes tecnologías de tratamiento para acondicionamiento, aprovechamiento y eliminación o deposición final de los residuos peligrosos.
- O3.** Adquirir los conocimientos y herramientas complementarias necesarias para diseñar los sistemas de tratamiento físico, químico y biológico de residuos industriales, así como para el diseño de los depósitos de seguridad, plantas de incineración y sistemas de solidificación e energización.
- O4.** Establecer los conocimientos básicos de los diferentes sistemas de incineración de residuos industriales y las actuales tendencias para la incineración de este tipo de residuos.
- O5.** Adquirir conocimientos de los distintos sistemas de evacuación, tanto de gases como de líquidos, al medio, respetando la normativa legal existente y con mínimo impacto ambiental.
- O6.** Concienciarse de la importancia capital de la minimización de residuos industriales y familiarizarse con las técnicas y planes de minimización y auditorías de residuos.

**4. Competencias a adquirir por los estudiantes****4.1. Competencias específicas:****4.2. Competencias básicas, generales o transversales:**

- **CB5:** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G03:** Capacidad de organización y planificación
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G14:** Capacidad de gestión de la información en la solución de situaciones problemáticas
- **G16:** Sensibilidad por temas medioambientales
- **T02:** Conocimiento y perfeccionamiento en el ámbito de las TIC's

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

- Sesiones académicas de teoría: En las clases teóricas se presentarán los conceptos básicos relacionados con la técnica específica. Ecuaciones de diseño y utilización.
- Sesiones académicas de problemas: Una vez finalizada la exposición teórica se presentaran ejercicios tipo de dimensionamiento de las técnicas expuestas.
- Sesiones prácticas de laboratorio: Una vez finalizado al menos un cuatrimestre, se presentará un ejercicio práctico, diferente para cada grupo consistente en realizar un ejercicio de descontaminación de un residuo (elegido para su descontaminación entre las técnicas que ya se han expuesto) desde la fase de caracterización hasta la evaluación de la efectividad de la técnica utilizada. Realizándose una exposición final del trabajo realizado.
- Seminarios, exposiciones y debates: Durante el curso coincidiendo con los temas, se realizarán seminarios específicos te temas relacionados con la asignatura que sean de interés general (Vertido del Guadiamar, Balsa de fosfoyesos, Vertedero de Nerva, etc.) a los que se invitarán especialistas en dichos temas con los cuales se debatirá tras su exposición. También los alumnos (solos o en grupos) prepararán y expondrán varios temas ante sus compañeros durante el curso siendo necesario el debate tras estas exposiciones.
- Trabajo en grupos reducidos: El trabajo se realizará coincidiendo con las exposiciones
- Resolución y entrega de problemas/prácticas: Las prácticas serán evaluadas tras la entrega del informe y la exposición.
- Realización de pruebas parciales evaluables: Se realizarán una prueba parcial además del final establecido en la fecha oficial.

## 6. Temario desarrollado:

### UNIDAD TEMATICA I: LOS RESIDUOS INDUSTRIALES.

#### Tema 1: RESIDUOS

- 1.1 Perspectiva histórica.
- 1.2 Definiciones. Fuentes y producción de residuos industriales.
- 1.3 Panorámica general de las posibilidades de gestión y tratamiento de los residuos industriales.

#### Tema 2: LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS RESIDUOS INDUSTRIALES.

- 2.1 Identificación y caracterización.
- 2.2 Directivas Europeas sobre residuos industriales y su trasposición a normativas nacionales y/o autonómicas.

### UNIDAD TEMATICA II: TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES/INDUSTRIALES

#### Tema 3: TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES/INDUSTRIALES.

- 3.1 La biorremediación. Microorganismos implicados.
- 3.2 Parámetros que afectan a la biorremediación. Cinética de la degradación biológica.
- 3.3 Configuración de biorreactores para el tratamiento de residuos: Sistemas aerobicos y anaerobicos. Principios de la digestión. Mecanismos de degradación. Sobrecargas.
- 3.4 Sistema de reactores aeróbicos y anaeróbicos. Ejemplos de cálculo.
- 3.5 El proceso industrial de compostaje. Parámetros de calidad del compost. Parámetros de control del proceso de compostaje. Parámetros de madurez.

### UNIDAD TEMATICA III: TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES.

#### Tema 4: OPERACIONES DE SEPARACIÓN DE MATERIALES CONTAMINANTES

- 4.1 Adsorción. Aplicaciones de la adsorción por carbón activo al tratamiento de efluentes líquidos industriales.
- 4.2 Resinas intercambiadoras de iones y adsorbentes. Ejemplos de diseño de lechos de intercambio iónico.

#### Tema 5: OPERACIONES DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES CONTAMINANTES: TRATAMIENTOS BASADOS EN LA OXIDACIÓN DEL CONTAMINANTE.

- 5.1 Oxidación química. Teoría básica de la oxidación. Principales agentes oxidantes.
- 5.2 Procesos de oxidación avanzada y a alta presión:
- 5.3 Oxidación supercrítica de aguas residuales.

### UNIDAD TEMATICA IV: VERTIDO Y ALMACENAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS INDUSTRIALES/INDUSTRIALES. SOLIDIFICACIÓN, ESTABILIZACIÓN Y DEPOSITOS DE SEGURIDAD

#### Tema 6: SOLIDIFICACIÓN/ESTABILIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES/INDUSTRIALES.

- 6.1 Conceptos. Tecnologías de solidificación/estabilización.
- 6.2 Mecanismos de inmovilización. Agentes utilizados. Aplicaciones. Residuos inertizados.
- 6.3 Selección de procesos de solidificación/estabilización. Aplicaciones prácticas de residuos inertizados.

#### Tema 7: DEPÓSITOS DE SEGURIDAD

- 7.1 Problemática ambiental. Clasificación, tipos y métodos. Composición y características de efluentes.
- 7.2 Impermeabilizaciones: tipos, composición, planes de muestreo, coberturas: tipos composición, papel del gestor de residuos. Clasificación.
- 7.3 Diseño del vaso de vertido.
- 7.4 Modelos de producción de biogás y lixiviados: Análisis de factores y modelización. Modelos de producción
- 7.5 Vertederos de residuos específicos.

### UNIDAD TEMATICA V: INCINERACION DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y INDUSTRIALES

#### Tema 8: SISTEMAS DE INCINERACIÓN

- 8.1 Tratamientos térmicos de residuos industriales/industriales. Legislación. Residuos incinerables, caracterización.
- 8.2 Tecnología de la incineración. Preparación del residuo. Factores que afectan a la combustión. Tiempos de residencia en incineradoras. Relación tiempo temperatura.
- 8.3 Planta de incineración. Problemática medioambiental de la incineración de residuos industriales/industriales.
- 8.4 Contaminantes químicos. Dioxinas y furanos. Otros gases.

#### Tema 9: INCINERACIÓN POR PLASMA Y OTRAS TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE INCINERACIÓN

- 9.1 Incineración por plasma:
- 9.2 Reactores eléctricos. Combustión con sales fundidas. Hornos con vidrio fundido.

#### Tema 10: SISTEMAS DE CONTROL DE EFLUENTES GASEOSOS.

- 10.1 Tecnologías de depuración. Efluentes gaseosos de la incineración.
- 10.2 Sistemas de control de partículas: Aparatos de captura por pared, aparatos de captura por división.
- 10.3 Sistemas de control de los óxidos de azufre.
- 10.4 Sistemas de control de los óxidos de nitrógeno.
- 10.5 Sistemas de control de compuestos orgánicos volátiles

### UNIDAD TEMATICA VI: INTEGRACION DE LAS TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES

#### Tema 11: MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES

- 11.1 Concepto y estrategias de minimización. Medidas preventivas.
- 11.2 Metodología y Técnicas de minimización. Herramientas aplicables a la minimización de residuos.
- 11.3 Auditorías de residuos.
- 11.4 Minimización de residuos en la industria de procesos.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

Bueno, J.L, Sastre, H y Lavin, A.G. (1997) CONTAMINACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL. Edita FICYT. Oviedo.  
Tchobanoglous G. Thessen H. y Vigil S.A. 1994 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. -McGrawHill. Madrid.  
De Nevers, N. (1998) AIR POLLUTION CONTROL ENGINEERING. McGraw Hill. Méjico (traducido al castellano).  
LaGrega, M. D. Buckingham, P. L. Evans, J. C. (1996) GESTIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS. TRATAMIENTO, ELIMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS. Ed. McGraw-Hill. Madrid.

## 7.2. Bibliografía complementaria:

Cheremisnoff, N.P. (2002) HANDBOOK OF SOLID WASTE MANAGEMENT AND WASTE MINIMIZATION TECHNOLOGIES. Science & Technology Books. Washington.  
Davis M.L. y Masten, S.J. (2003) PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SCIENCE. McGraw-Hill. N.Y.  
Holmes, G., Singh, B.R. y Theodore, L. (1993) HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND TECHNOLOGY. John Wiley & Sons. Nueva York.  
Kiely, G. (1999). INGENIERÍA AMBIENTAL. FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN. Mc Graw Hill/Interamericana de España. S.A.U. Madrid. España.  
Lee, C.C., Lin, S.D. (1999) HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING CALCULATIONS. McGrawHill. New York.  
Marañón E. 2000 RESIDUOS INDUSTRIALES Y SUELOS CONTAMINADOS. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1991) RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS. Unidades Temáticas Ambientales de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente.  
Nemerow, N.L. y Dasgupta, A. (1998) Industrial Hazardous Waste Treatment. Van Nostrand Reinhold. Nueva York (1991). Traducción al español: TRATAMIENTO DE VERTIDOS INDUSTRIALES Y PELIGROSOS. Ed. Díaz de Santos. Madrid.  
Scragg A. (1995) BIOTECNOLOGÍA PARA INGENIEROS: SISTEMAS BIOLÓGICOS EN PROCESOS TECNOLÓGICOS. Ed. Limusa. México

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

La evaluación constará de:

- Examen final de la asignatura en las convocatorias oficiales (Las sesiones de laboratorio son obligatorias igualmente) (50 % de la nota final).
- Evaluación Continua del alumno (20% de la nota final).
- Actividades académicamente dirigidas y practicas Laboratorio (30 % de la nota final). Dividida en:
  - Evaluación de trabajos expuestos durante el curso (20% de la nota final).
  - Evaluación de los contenidos desarrollados en las sesiones de prácticas de laboratorio (se dispondrá de una nota global de las prácticas 10% de la nota final)

De manera alternativa, para los que no puedan realizar el seguimiento diario de la asignatura:

- La nota final, una vez superados de forma independiente el examen de teoría y problemas así como la evaluación de las prácticas de laboratorio, y cada parcial de forma independiente será la media de las partes del examen.
- Para las convocatorias de Septiembre y Diciembre no se conservarán las notas anteriores.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

|     | Semanas | Grupos Grandes | Grupos Reducidos<br>Aula Estándar | Grupos Reducidos<br>Aula de Informática | Grupos Reducidos<br>Laboratorio | Grupos Reducidos<br>prácticas de campo | Pruebas y/o<br>actividades evaluables | Contenido desarrollado |
|-----|---------|----------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| #1  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #2  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #3  | 1.5     | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #4  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #5  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #6  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #7  | 3       | 0              | 0                                 | 5                                       | 0                               | Laboratorio                            |                                       |                        |
| #8  | 3       | 0              | 0                                 | 5                                       | 0                               | Laboratorio                            |                                       |                        |
| #9  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #10 | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #11 | 1.5     | 2              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #12 | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #13 | 3       | 2              | 0                                 | 0                                       | 0                               | Problema Incineración                  |                                       |                        |
| #14 | 2.4     | 2              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #15 | 3       | 2.6            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
|     | 41.4    | 8.6            | 0                                 | 10                                      | 0                               |  |                                       |                        |