



**Objetivo General  
de la Asignatura:**

**Objetivo general:**

Proporcionar al alumno los fundamentos sobre las operaciones ingenieriles necesarios para la comprensión, dimensionamiento y manejo de instalaciones y equipos de tratamiento de la contaminación ambiental.

**Objetivos específicos:**

**BLOQUE I BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA**

- Introducir a los alumnos de ambientales en el campo de la Ingeniería, a través de los procesos y los equipos básicos de la planta química.
- Utilizar tablas de conversión de unidades y leer e interpretar diagramas y tablas de constantes termodinámicas, para ejecutar balances de materia y energía en estado estacionario.
- Adquirir la habilidad de Plantear y Resolver balances simultáneos de materia y energía.
- Aplicar balances macroscópicos para describir el cambio en un sistema debido al intercambio de materia, cantidad de movimiento y calor.
- Utilizar las leyes de conservación de materia y energía para analizar y describir cuantitativamente procesos químicos.

**BLOQUE II FENOMENOS DE TRANSPORTE**

- Introducir el concepto de Operación Unitaria.
- Clasificar los procesos de separación en función de los principios fisicoquímicos, termodinámicos y de fenómenos de transporte que intervienen en el proceso.
- Construir un diagrama de flujo general de un proceso y discutir las operaciones unitarias involucradas.
- Entender los mecanismos moleculares de transporte y aplicarlos a la descripción de los perfiles de temperatura, velocidad y concentración en flujo laminar y en sólidos.
- Aplicar las teorías fenomenológicas en problemas de transporte de materia, cantidad de movimiento y calor.

**BLOQUE III PROCESOS DE DEPURACIÓN**

- Proporcionar una visión general e histórica del impacto humano sobre el Medio Ambiente.
- Conocimientos y criterios necesarios para abordar el diseño y la selección de las diversas tecnologías existentes para el control de la contaminación y la descontaminación de aguas, aire y residuos.
- Funcionamiento de los procesos más representativos de la tecnología ambiental, destacando los aspectos de operación e instalación del proceso.
- Conocer tipos, costes y aplicaciones de los equipos comercialmente disponibles.
- Proponer alternativas y soluciones integrales a problemas medioambientales de distintos medios.

<p><b>Competencias básicas o transversales</b></p>	<p>Esta asignatura al tener Teoría, Problemas y Prácticas de Laboratorio, permite además del desarrollo de las habilidades intelectuales o cognitivas (conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación), el desarrollo de las habilidades psicomotrices (manuales) del alumno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>G1</b> Capacidad de análisis y síntesis</li> <li><b>G2</b> Capacidad de organización y planificación</li> <li><b>G6</b> Capacidad de gestión de la información</li> <li><b>G7</b> Resolución de problemas</li> <li><b>G8</b> Toma de decisiones</li> <li><b>G9</b> Trabajo en equipo</li> <li><b>G10</b> Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar</li> <li><b>G11</b> Habilidades en las relaciones interpersonales</li> <li><b>G12</b> Aprendizaje autónomo</li> <li><b>G14</b> Razonamiento crítico</li> <li><b>G15</b> Compromiso ético</li> <li><b>G16</b> Creatividad</li> <li><b>G18</b> Sensibilidad hacia temas medioambientales</li> <li><b>G19</b> Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica</li> <li><b>G22</b> Capacidad de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas</li> <li><b>G23</b> Capacidad de autoevaluación</li> </ul>
<p><b>Competencias específicas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>E1</b> Capacidad de aplicar los principios básicos de la Física, la Química, las Matemáticas, la Biología, y la Geología al conocimiento del Medio.</li> <li><b>E2</b> Capacidad de analizar el Medio como sistema, identificando los factores, comportamientos e interacciones que lo configuran.</li> <li><b>E3</b> Capacidad para integrar las evidencias experimentales encontradas en los estudios de campo y/o laboratorio con los conocimientos teóricos.</li> <li><b>E5</b> Capacidad de identificar y valorar los costes ambientales.</li> <li><b>E7</b> Ser capaz de llevar a cabo planes de gestión de residuos.</li> <li><b>E9</b> Ser capaz de aplicar tecnologías limpias.</li> <li><b>E17</b> Capacidad de análisis e interpretación de datos.</li> <li><b>E21</b> Capacidad de elaborar y gestionar proyectos ambientales.</li> </ul>
<p><b>Recomendaciones</b></p>	<p>Haber cursado las asignaturas de Física, Química y Matemáticas del primer curso o al menos tener los conocimientos básicos de dichas materias.</p>
<p><b>BLOQUES TEMÁTICOS</b></p>	<p><b>BLOQUE I</b> : BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA  <b>BLOQUE II</b> : FENOMENOS DE TRANSPORTE  <b>BLOQUE III</b> : PROCESOS DE DEPURACIÓN</p>

BLOQUE I BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

**TEMA 1 INTRODUCCION A LA INGENIERIA AMBIENTAL** (1 sesión de 1,5 h)

- 1.1. Desarrollo histórico de los procesos químicos.
- 1.2. Impacto de los procesos químicos sobre el medio.
  - Ciclo de materia.
  - Ciclo de energía.
  - Consumo de energía.
  - Contaminación y Sociedad.
- 1.3. Los procesos químicos en la actualidad.
  - Procesos / Productos químicos.
  - Empresas / Plantas químicas.
- 1.4. Procesos químicos de tratamiento de la contaminación.
  - Definición de Ingeniería Ambiental.
  - Contaminación atmosférica.
  - Contaminación del agua.
  - Contaminación por residuos sólidos.

**PRINCIPIOS BASICOS PARA LOS CALCULOS EN LA INGENIERIA AMBIENTAL** (2 sesiones de 1,5 h)

- 1.5. Unidades, dimensiones y factores de conversión.
- 1.6. Mol y Fracción molar.
- 1.7. Densidad.
- 1.8. Concentración.
- 1.9. Temperatura.
- 1.10. Presión.
- 1.11. Fuentes de Datos.
- 1.12. Técnicas de resolución de problemas. Base de cálculo.
- 1.13. Ecuación química y estequiometría.
- 1.14. Computadoras digitales.

**TEMA 2 BALANCE DE MATERIA** (4 sesiones de 1,5 h)

- 2.1 Fundamentos de los Balances de Materia.
  - Ley de conservación de la materia.
  - Proceso discontinuo, semicontinuo y continuo.
  - Régimen estacionario y no estacionario.
  - Balances integrales y diferenciales.
  - Ecuación general del balance.
  - Balances sobre especies moleculares o atómicas.
  - Procedimiento de cálculo.
- 2.2 Balances de materia sin reacción química.
- 2.3 Balances de materia con reacción química.
- 2.4 Balances de materia en procesos con Recirculación, Derivación y Purga.
- 2.5 Balances de materia con condensación y vaporización.

**TEMA 3 BALANCE DE ENERGIA** (1 sesión de 1,5 h)

- 3.1. Fundamentos de los Balances de Energía.
  - Ley de conservación de la energía.
- 3.2. Balances de energía en procesos físicos (Termofísica).
  - Estados de referencia, calores sensibles, calores latentes.
  - Estimación de capacidades caloríficas y calores latentes.
- 3.3. Balances de energía en procesos químicos (Termoquímica).
  - Calor de reacción (calores de formación y combustión).
  - Calor de mezcla y Calor de disolución.
- 3.4. Resolución simultanea de balances de materia y de energía.

BLOQUE II FENOMENOS DE TRANSPORTE

**TEMA 4 FENOMENOS DE TRANSPORTE** (1 sesión de 1,5 h)

- 4.1. Fundamentos de los Procesos de Transporte.
  - Leyes de conservación: materia, energía y cantidad de movimiento.
  - Definición de operación unitaria.
  - Clasificación de las operaciones unitarias.
- 4.2. Ley de velocidad de transferencia. Leyes cinéticas de transporte molecular:
  - Ley de Fick de la difusión.
  - Ley de Fourier de la conducción de calor.
  - Ley de Newton de la viscosidad.
- 4.3. Operaciones unitarias físicas controladas por transferencia de materia:
  - Destilación: simple, súbita, rectificación, arrastre de vapor, extractiva y azeotrópica.
  - Absorción: física y química.
  - Desorción (stripping).
  - Extracción: L-L y S-L (lixiviación, percolación y lavado).
  - Adsorción: sorción y quimisorción.
  - Intercambio iónico: resinas catiónicas /resinas aniónicas.
- 4.4. Operaciones unitarias físicas controladas por transferencia de calor:
  - Mecanismos de transmisión de calor: conducción, convección y radiación.
  - Aislamiento térmico.
  - Sin cambio de fase: calefacción / refrigeración de fluidos.
  - Con cambio de fase: evaporación / condensación.
- 4.5. Operaciones unitarias físicas controladas por la transferencia simultánea de calor y materia:
  - Humidificación / Deshumidificación.
  - Cristalización.
  - Secado.
  - Liofilización.
- 4.6. Operaciones unitarias físicas controladas por la transferencia de cantidad de movimiento:
  - Circulación interna de fluidos (conducciones, bombas, compresores, soplantes, ventiladores, eyectores, válvulas).
  - Circulación de fluidos a través de un lecho de sólidos (fluidización, filtración).
  - Movimiento de sólidos (sedimentación, clasificación hidráulica, flotación, centrifugación, agitación y mezcla de fluidos).
- 4.7. Operaciones unitarias físicas complementarias:
  - Trituración y molienda.
  - Tamizado.
  - Mezclado de sólidos y pastas.
  - Almacenaje de materiales (sólidos, líquidos y gases).
- 4.8. Operaciones unitarias química: Reacción química.
  - Tipos de reacciones: homogéneas y heterogéneas.
  - Modelos de flujo: mezcla completa y flujo pistón.
  - Tipos de reactores.
  - Velocidad de reacción-Ecuación cinética.
- 4.9. Operaciones unitarias bioquímica: Reacción bioquímica.

Temario Teórico y  
Planificación  
Temporal:

BLOQUE III PROCESOS DE DEPURACION

**TEMA 5 CONTAMINACION ATMOSFERICA** (1 sesión de 1,5 h)

- 5.1. Problemática.
- 5.2. Contaminantes atmosféricos y sus efectos.
- 5.3. Caracterización de la contaminación.
  - Muestreo y Captación.
  - Medida de partículas.
  - Determinación de gases.
- 5.4. Niveles (emisión, inmisión) y Parámetros de calidad del aire.
- 5.5. Procesos de Eliminación de Partículas.
  - Distribución y fuentes de la materia particulada.
  - Procesos de separación de partículas, fundamentos, eficacia y aplicaciones: Cámaras de sedimentación, Ciclones, Colectores húmedos, Filtros de mangas, Separadores electrostáticos.
- 5.6. Procesos de Eliminación de Contaminantes Gaseosos.
  - Principales fuentes de los contaminantes gaseosos.
  - Procesos de eliminación de gases y vapores contaminantes, fundamentos, eficacia y aplicaciones: Procesos de adsorción, Procesos de absorción, Procesos de combustión térmica y catalítica, Procesos de reducción catalítica.

**TEMA 6 CONTAMINACION DE AGUAS** (3 sesiones de 1,5 h)

- 6.1. Problemática.
  - Definición de contaminación hídrica.
  - Origen y tipos de contaminación.
- 6.2. Contaminantes (físicos, químicos y biológicos) y sus efectos.
- 6.3. Caracterización de aguas residuales.
  - Medida de caudales.
  - Toma de muestras.
  - Métodos analíticos.
  - Segregación de caudales.
  - Ensayos de tratabilidad.
- 6.4. Efectos de las contaminación de aguas.
- 6.5. Niveles de vertido y parámetros de calidad del agua.
- 6.6. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
  - Consideraciones previas al diseño.
  - Tratamientos: Previos, Primarios, Secundarios, Terciario.
  - Esquema General de EDARU (líneas: agua, fangos y gas).
- 6.7. Tratamientos Físicos.
  - Corrientes: pozo de gruesos, cribado, dilaceración, desarenado, desengrasado, decantación, flotación.
  - Específicos: adsorción, intercambio iónico, ósmosis inversa, electrodiálisis, micro-filtración y ultra-filtración.
- 6.8. Tratamientos Químicos: coagulación–floculación, neutralización, oxidación – reducción, precipitación, desinfección.
- 6.9. Tratamientos Biológicos.
  - Aerobios / Anaerobios.
  - Cultivos en suspensión (Fangos activos).
  - Cultivos inmovilizados (Lecho bacteriano).
  - Parámetros de diseño y Sistemas de aireación.
- 6.10. Tratamientos de Fangos: concentración, digestión, acondicionamiento, deshidratación, evacuación.
- 6.11. Técnicas blandas: lagunaje, biodisco, lecho turba, filtro verde.

Temario Teórico y  
Planificación  
Temporal:

<p><b>Temario Teórico y Planificación Temporal:</b></p>	<p><b>TEMA 7 CONTAMINACION POR RESIDUOS</b> (2 sesiones de 1,5 h)</p> <p>7.1. Problemática. - Definiciones de residuo y desecho. - Efectos de los residuos.</p> <p>7.2. Residuos Sólidos. Origen y clasificación.</p> <p>7.3. Residuos Sólidos Urbanos (RSU). - Definición. - Clasificación. - Producción. - Composición. - Características. - Gestión (pre-recogida, recogida y transporte, tratamiento y depósito). - Tratamientos: eliminación (vertido controlado, incineración) y aprovechamiento (reciclado, compostaje).</p> <p>7.4. Residuos Industriales. - Aspectos Generales. Origen y clasificación. - Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP): tipos, producción, código de identificación, caracterización, gestión (deposito seguridad, incineración, tratamientos físicos, químicos y biológicos, inertización).</p>
<p><b>Temario Práctico y Planificación Temporal:</b></p>	<p><b>LABORATORIO (1,5 créditos ECTS)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Filtración a vacío de fangos y secado posterior.</li> <li>Sedimentación de partículas en distintos fluidos.</li> <li>Flujo de fluidos en tuberías con y sin relleno.</li> <li>Desalación de agua de mar mediante osmosis inversa.</li> <li>Coagulación – Floculación.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno cumplirá las normas de seguridad establecidas.</li> <li>Deberá traer Obligatoriamente Bata de Laboratorio.</li> <li>Realizará 2 prácticas de las cinco citadas.</li> <li>Cada práctica durará dos días, en sesiones de 2,5 h y 5 h respectivamente.</li> <li>A los 15 días de la finalización de las prácticas, el alumno entregará obligatoriamente un <b>Informe Final</b>.</li> <li>A los 15 días de la entrega del Informe Final, realizará un <b>Examen Oral</b>.</li> </ul>

Actividades  
Dirigidas y  
Planificación  
Temporal

- **SEMINARIOS DE PROBLEMAS**  
(Actividad Académica Dirigida D1P)  
(5 sesiones de 1h)

A parte de los problemas de clase realizados por el profesor, se establecen 5 sesiones de 1 hora de duración de un Seminario de problemas de carácter obligatorio en el que los propios alumnos resolverán los distintos problemas tipo:

1. Unidades.
2. Balance de materia sin Reacción química.
3. Balance de materia con Reacción química.
4. Balance de materia de Derivación sin reacción.
5. Balance de materia de Derivación con reacción.
6. Balance de materia de Recirculación sin reacción.
7. Balance de materia de Recirculación con reacción.
8. Balance de materia de Purga sin reacción.
9. Balance de materia de Purga con reacción.
10. Balances de materia con condensación y vaporización.
11. Balances de energía (calores: sensible, latente, reacción, mezcla).
12. Balances de materia y energía.

- **TRABAJO TEORÍA y PRESENTACIÓN ORAL**  
(Actividad Académica Dirigida D2T)  
(5 sesiones de 1 h)

El alumno entregará obligatoriamente un Trabajo de Teoría (formato word) con su Presentación oral (formato powerpoint). El profesor asignará a cada alumno un trabajo teórico sobre una parte de un tema de la asignatura; en concreto versará sobre una operación básica (extracción, destilación...) del bloque II (fenómenos de transporte). El alumno solicitará la asignación del tema –mediante la plataforma Moodle– y desarrollará los apartados que considere, entregando el trabajo escrito y hará su exposición.

- **TEST DE AUTOEVALUACIÓN**  
(Actividad Académica Dirigida D3)  
(1 sesión de 1h)

Al final de la asignatura, el alumno obligatoriamente tendrá que realizar el Test on-line colocado en la plataforma Moodle.

<p><b>Metodología Docente Empleada:</b></p>	<p>RECURSOS DOCENTES: pizarra, sistemas audiovisuales (retroproyector de transparencias, proyector de diapositivas, cañón con PC), fotocopias, revistas científico-técnicas, catálogos de empresas, algún que otro accesorio o parte de un equipo de depuración, internet...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para las clases de <b>Teoría (T)</b> se establece con los alumnos un diálogo sobre los fundamentos que se exponen, y su discusión. Se utilizan las clases de <u>lección magistral</u> y las de <u>demonstraciones en clase</u>.</li> <li>- En las clases de <b>Problemas (P)</b> se resuelven casos concretos -a ser posible reales- con la participación de todos los alumnos, utilizándose el <u>método cooperativo</u> en grupos de 2 alumnos. Dejando a su disposición cuadernillos de problemas con resultados.</li> <li>- En las clases de <b>Prácticas de Laboratorio (L)</b>, los alumnos aplican lo expuesto durante las clases de teoría y problemas; lo que se pretende es aportar el desarrollo de las <u>habilidades psicomotrices</u> (manuales) del alumno, en contraposición de las clases de teoría y problemas cuyo únicos objetivos son el desarrollo de habilidades cognitivas (intelectuales).</li> <li>- En otras <b>Actividades Académicas Dirigidas (AAD)</b>, tales como <b>Seminarios</b> (de problemas), <b>Trabajos</b> (de teoría y presentación oral) y <b>Test de autoevaluación</b> (vía Plataforma Moodle) se utilizan el <u>método de discusión</u> y el <u>método autodidacta</u>.</li> </ul> <p>Para alcanzar todos estos objetivos tanto en las Clases como en las Tutorías, se recurre a un método interactivo de comunicación profesor-alumno y viceversa y la de alumno-alumno. Las tutorías son de dos tipos: unipersonales y en grupos, dependiendo del tema a tratar y de lo que el alumno demande.</p>
<p><b>Criterios de Evaluación:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno debe enviar -mediante la plataforma Moodle- OBLIGATORIAMENTE -en las 2 primeras semanas de clase- la FICHA de identificación (provista de foto, número de DNI, domicilio, teléfono de contacto y cualquier observación que considere de interés).</li> <li>• La EVALUACIÓN es continua y se realizará en función de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Examen final escrito de <b>Teoría (T)</b>. Contribuye con el <u>35 %</u> de la nota final.</li> <li>B) Examen final escrito de <b>Problemas (P)</b>. Contribuye con el <u>35 %</u> de la nota final.</li> <li>C) <b>Laboratorio (L)</b>: Asistencia obligatoria a Prácticas.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen Final Oral de Prácticas.</li> <li>- Informe Final de Prácticas.</li> </ul>                 Contribuye con el <u>10 %</u> de la nota final.</li> <li>D) Participación en las <b>Actividades Académicas Dirigidas (AAD)</b>:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>D1P</b> (<i>Seminario de Problemas</i>). Contribuye con el <u>5 %</u> de la nota final.</li> <li>▪ <b>D2T</b> (<i>Trabajo de Teoría y Presentación</i>). Contribuye con el <u>10 %</u> de la nota final.</li> <li>▪ <b>D3</b> (<i>Test de autoevaluación</i>). Contribuye con el <u>5 %</u> de la nota final.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p><b>NOTA FINAL = 0,35 T + 0,35 P + 0,10 L + 0,05 D1P + 0,10 D2T + 0,05 D3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como la asignatura no es anual (Primer Cuatrimestre), el examen final será en Febrero para la convocatoria de Junio y otro en Septiembre para los alumnos suspendidos. Los exámenes se conservarán durante los 8 meses reglamentarios. La fecha de los exámenes la fija el Centro Docente.</li> </ul>

Distribución Horas Presenciales	Grupo Grande	Grupo Pequeño	Laboratorio	Lab. Informática	Campo
	1 GRUPO con 15 sesiones de 1,5 h	2 GRUPOS con 11 sesiones de 1 h cada uno	2 GRUPOS con 2 sesiones de 2,5 h y 2 sesiones de 5 h cada uno	-	-
Bibliografía:	<p><b><u>Balances (Temas 1,2,3):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Balances de Materia y Energía", 4 ED. D. M. HIMMELBLAU (Prentice-Hall 1988).</li> <li>- "Principios Elementales de los Procesos Químicos", 2 ED. FELDER Y ROUSSEAU (Addison-Wesley Iberoamericana 1991).</li> </ul> <p><b><u>Transporte (Temas 4):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Ingeniería Química", Vol. 2 (Fenómenos de Transporte) COSTA NOVELLA (Alhambra 1984).</li> <li>- "Ingeniería Química", Vol. 1 (Flujo de fluidos, transferencia de calor y de materia) COULSON, RICHARDSON (Reverté 1979).</li> </ul> <p><b><u>Medio Ambiente (Temas 5,6,7):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Ingeniería Ambiental. Contaminación y Tratamientos" SANS FONFRIA (Marcombo Boixareu 1989).</li> <li>- "Técnicas de Defensa del Medio Ambiente" MIRO CHEVARRIA, DE LORA (Labor 1975).</li> <li>- "La Contaminación Atmosférica" SANZ SANZ (M.O.P.T. 1991).</li> <li>- "Manual Técnico del Agua" DEGREMONT (1979 - Español y 1991 - Inglés).</li> <li>- "Calidad y Contaminación de Aguas" CERON GARCIA, MORENO LOPEZ (1996).</li> <li>- "Depuración de Aguas Residuales" HERNANDEZ MUÑOZ (Pub. E. Ingenieros de Caminos de Madrid, 1992).</li> <li>- "Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, Evacuación y Reutilización de Aguas Residuales" METCALF &amp; EDDY (Labor - 1985 y McGraw-Hill - 1995).</li> <li>- "Tratamiento de Aguas Residuales" RAMALHO (Reverté 1991)</li> <li>- "Gestión Integral de Residuos Sólidos" TCHOBANOGLIOUS, THEISEN, VIGIL (McGraw-Hill 1994).</li> <li>- "Residuos Sólidos Urbanos" OTERO DEL PERAL (M.O.P.T. 1992).</li> <li>- "Residuos Tóxicos y Peligrosos" MARTINEZ ORGADO (M.O.P.T. 1991).</li> </ul> <p><b><u>Revistas:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>"TECNOAMBIENTE".</li> <li>"INGENIERIA QUIMICA".</li> <li>"MEDIO AMBIENTE"</li> </ul> <p><b><u>Manuales:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>"Manual del Ingeniero Químico", 6ª ED. R. H. PERRY (McGraw-Hill 1992).</li> </ul>				