

# GUIA DOCENTE

<b>Nombre de la asignatura</b> (*) <b>Biología Ambiental</b>
<b>Centro:</b>
<b>Departamento:</b> Ingeniería Agroalimentaria i Biotecnología
<b>Curso:</b> 2013-2014
<b>Titulación:</b> <b>Máster en Ingeniería Ambiental</b>

**Créditos ECTS**(<sup>\*)</sup>:  **Idiomas**(<sup>\*)</sup>:

## Profesores

<b>Responsable</b>	Xavier Flotats Ripoll
<b>Otros</b>	

## Horario de atención

<b>Horario</b>	A definir durante las sesiones presenciales
----------------	---

## Objetivos

Construir una base sólida de conocimientos y habilidades para afrontar con posterioridad el diseño y operación de procesos biológicos de interés en ingeniería ambiental.

### Objetivos específicos

<b>Conocimientos</b>	1) Bases energéticas, estequiométricas y cinéticas de los procesos biológicos de interés en ingeniería ambiental. 2) Modelización de los procesos y cuantificación de su eficiencia en sistemas de biomasa activa suspendida, adherida o retenida.
<b>Habilidades</b>	1) Identificar, modelizar, cuantificar y evaluar procesos biológicos. 2) Aplicar los conceptos a diferentes procesos biológicos. 3) Analizar procesos individuales. 4) Sintetizar sistemas en que intervengan procesos simultáneos. 5) Avaluar sistemas en que intervengan más de una especie y proceso, más de una fase y más de un componente, substrato o producto.
<b>C.Transversales</b>	1) Trabajar en grupo. 2) Interrelacionar los conocimientos aprendidos. 3) Presentar en público un trabajo. 4) Sistematizar el trabajo de análisis y de síntesis en el estudio de procesos.

## Contenidos

<b>Título contenido 1:</b> DINÁMICA DE PROCESOS, REACCIONES Y REACTORES <b>Descripción:</b> <u>1.1.- DINÁMICA DE PROCESOS</u> 1.1.1.- Procesos de transporte y reacción 1.1.2.- Ecuaciones del balance de materia 1.1.3.- Transporte por difusión y convección 1.1.4.- La ecuación de continuidad <u>1.2.- VELOCIDAD DE REACCIÓN</u>	<b>Desglose del contenido:</b>  Laboratorio: <hr/> Problemas: 2  Teoría: 2
---	--

(\*) Campos obligatorios

<p>1.2.1.- Reacciones homogéneas y heterogéneas  1.2.2.- Ordenes de reacción y tratamiento de datos cinéticos  1.2.3.- Dependencia de la constante de reacción con la temperatura  1.2.4.- Aplicaciones de la reacción de primer orden  1.2.5.- Reacciones enzimáticas. Cinética de Michaelis-Menten  1.2.6.- Procesos físico-químicos asociados: equilibrios químicos y transferencia gas-líquido</p> <p><u>I.3.- INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE REACTORES</u>  1.3.1.- Reactor discontinuo completamente agitado  1.3.2.- Reactor continuo completamente agitado  1.3.3.- Reactor continuo ideal de flujo pistón  1.3.4.- Reactor continuo de flujo pistón con dispersión longitudinal  1.3.5.- Evaluación del tiempo de retención mediante trazadores</p> <p style="text-align: center;"><b>Descripción laboratorio</b></p> <p style="text-align: center;">No se realizan prácticas de laboratorio</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Conocimientos: 1</p> <p>Habilidades: 3</p>
--	--

<p><b>Título contenido 2: METABOLISMO MICROBIANO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b></p> <p><u>2.1. ELEMENTOS DE MICROBIOLOGÍA</u>  2.1.1.- Clasificación de microorganismos  2.1.2.- Estructura y componentes de la célula.  2.1.3.- Funciones y características de las bacterias.  2.1.4.- Requerimientos nutricionales para el crecimiento.  2.1.5.- Fuentes de carbono y energía. Diversidad microbiológica.  2.1.6.- Condiciones ambientales.</p> <p><u>2.2.- ESTEQUIOMETRÍA Y BIOENERGÉTICA</u>  2.2.1.- Ecuaciones estequiométricas.  2.2.2.- Fórmulas empíricas para biomasa celular.  2.2.3.- Partición de sustrato y producción celular.  2.2.4.- Anabolismo y catabolismo. Energía y crecimiento.  2.2.5.- Coeficientes de producción de biomasa, energía libre y energética de las reacciones.</p> <p style="text-align: center;"><b>Descripción laboratorio</b></p> <p style="text-align: center;">No se realizan prácticas de laboratorio</p>	<p><b>Desglose del contenido:</b></p> <p>Laboratorio: _____</p> <p>Problemas: 3,6</p> <p>Teoría: 2,4</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Conocimientos: 1</p> <p>Habilidades: 1, 3</p>
--	--

<p><b>Título contenido 3: CINÉTICA DE PROCESOS BIOLÓGICOS DE INTERÉS EN INGENIERÍA AMBIENTAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Descripción:</b></p> <p><u>3.1.- CINÉTICA DEL CRECIMIENTO MICROBIANO Y DE LA TRANSFORMACIÓN DEL SUBSTRATO</u>  3.1.1.- Velocidad de crecimiento y de lisis  3.1.2.- Efecto de tóxicos e inhibidores  3.1.3.- Efecto de la temperatura</p>	<p><b>Desglose del contenido:</b></p> <p>Laboratorio:</p> <p>Problemas: 2</p> <p>Teoría: 2</p>
--	--

(\*) Campos obligatorios

- 3.1.4.- Efecto del pH
- 3.1.5.- Transformación del sustrato en biomasa. Coeficientes estequiométricos

**3.2.- PROCESOS A CONSIDERAR. EXPRESIONES CINÉTICAS Y ESTEQUIOMÉTRICAS. PARÁMETROS AMBIENTALES Y DE CONTROL**

- 3.2.1.- Hidrólisis. Cinética de primer orden y de Contois
- 3.2.2.- Lisis
- 3.2.3.- Crecimiento de biomasa heterótrofa en medio aerobio. Producción de lodos
- 3.2.4.- Crecimiento de biomasa autótrofa en medio aerobio. Nitrificación.
- 3.2.5.- Crecimiento de biomasa heterótrofa en medio anóxico. Desnitrificación.
- 3.2.6.- Conceptos del proceso Anammox (oxidación de amonio en medio anóxico).
- 3.2.7.-Crecimiento de biomasa heterótrofa y autótrofa en medio anaerobio. Fases de la digestión anaerobia y equilibrios químicos asociados
- 3.2.8.- Crecimiento de microorganismos acumuladores de fósforo
- 3.2.9.- Crecimiento de microorganismos sulfatoreductores

**3.3.- PROCESOS SIMULTÁNEOS. NOTACIÓN MATRICIAL**

- 3.3.1.- Procesos simultáneos. Notación matricial
- 3.3.2.- Configuración general de sistemas con acción simultánea de procesos diferentes
- 3.3.3.- Obtención de la ecuación matricial del sistema.

**3.4.- HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS BIOLÓGICOS**

- 3.4.1.- Los modelos ASM de la International Water Association (IWA)
- 3.4.2.- El modelo ADM1 de la IWA

**Descripción laboratorio**

No se realizan prácticas de laboratorio

**Objetivos específicos:**

Conocimientos: 1

Habilidades: 1, 2, 3, 4

**Título contenido 4: CINÉTICA DE BIOPELÍCULAS**

**Descripción:**

**4.1.- SISTEMAS DE BIOMASA FIJADA**

- 4.1.1.- Biopelículas y agregados. Definición y características
- 4.1.2.- Cinética de biopelículas
- 4.1.3.- Soluciones analíticas para cinéticas de orden cero y uno. Cinética de superficie
- 4.1.4.- Efecto de la resistencia al transporte externo
- 4.1.5.- Crecimiento, lisis y fragmentación

**4.2.- CINÉTICA DE REACTORES BASADOS EN BIOPELÍCULAS**

- 4.2.1.- Ecuaciones del balance de masa para reactores de biopelícula
- 4.2.2.- Obtención de las soluciones de la ecuación de continuidad para cinéticas de superficie de órdenes 1, 1/2 y 0.
- 4.2.3.- Aplicación a reactores de mezcla completa y de flujo pistón
- 4.2.4.- Penetración de la biopelícula y sustrato limitante

**Desglose del contenido:**

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Problemas: 2

Teoría: 4

**Objetivos específicos:**

Conocimientos: 1, 2

Habilidades: 1, 2, 3, 4, 5

(\*) Campos obligatorios

4.2.5.- Efecto de la recirculación de efluente  
4.2.6.- Producción de lodos

### Descripción laboratorio

No se realizan prácticas de laboratorio

## Título contenido 5: PROCESOS BIOLÓGICOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS

### Descripción:

#### 5.1.- CLASIFICACIÓN GENERAL DE SISTEMAS

- 5.1.1.- Sistemas de biomasa suspendida. Ecuaciones del balance de materia
- 5.1.2.- Sistemas de biomasa fijada
- 5.1.3.- Combinación de procesos según objetivos

#### 5.2.- PROCESOS EN MEDIO AEROBIO (I)

- 5.2.1.- Biomasa suspendida.
- 5.2.2.- Parámetros de dimensionado
- 5.2.3.- Ejercicio de síntesis

#### 5.3.- PROCESOS EN MEDIO AEROBIO (II)

- 5.3.1.- Biomasa fijada. Filtros percoladores, biodiscos y filtros sumergidos
- 5.3.3.- Parámetros de dimensionado
- 5.3.5.- Ejercicio de síntesis

#### 5.4.- PROCESOS EN MEDIO ANÓXICO

- 5.4.1.- Biomasa suspendida. Parámetros de dimensionado
- 5.4.2.- Biomasa fijada. Substrato limitante
- 5.4.3.- Ejercicios de síntesis

#### 5.5.- PROCESOS EN MEDIO ANAEROBIO (I)

- 5.5.1.- Medidas de la actividad, toxicidad y biodegradabilidad
- 5.5.2.- Reactor anaerobio de contacto.
- 5.5.3.- Ejercicio de síntesis

#### 5.6.- PROCESOS EN MEDIO ANAEROBIO (II)

- 5.6.1.- Sistemas de biomasa fijada. Filtro y lecho fijo
- 5.6.2.- Sistemas de biomasa fijada. Lecho fluidizado
- 5.6.3.- Sistemas de biomasa retenida. El reactor UASB y EGSB
- 5.6.4.- Ejercicios de síntesis

#### 5.7.- SISTEMAS COMBINADOS. ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES (I)

- 5.7.1.- Lodos activos. Biomasa suspendida
- 5.7.2.- Biomasa fijada
- 5.7.3.- Combinación de sistemas de biomasa suspendida-fijada
- 5.7.4.- Ejercicios de síntesis

#### 5.8.- SISTEMAS COMBINADOS. ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES (II)

- 5.8.1.- Reactor discontinuo secuencial
- 5.8.2.- Dinámica de las reacciones
- 5.8.3.- Ejercicio de síntesis

### Desglose del contenido:

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Problemas: 3

Teoría: 1

### Objetivos específicos:

Conocimientos: 2

Habilidades: 1, 2, 3, 4, 5

(\*) Campos obligatorios

### Descripción laboratorio

No se realizan prácticas de laboratorio

**Título contenido 6:** PROCESOS BIOLÓGICOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

#### Descripción:

##### 6.1.- EL PROCESO DE COMPOSTAJE (I)

- 6.1.1.- Objetivos del proceso y propiedades del compost
- 6.1.2.- Fases del proceso y microorganismos implicados
- 6.1.3.- Dinámica de las variables que afecten el proceso
- 6.1.4.- Clasificación de sistemas y descriptiva
- 6.1.5.- Estabilidad y madurez. Test

##### 6.2.- EL PROCESO DE COMPOSTAJE (II)

- 6.2.1.- Introducción a la modelización del proceso
- 6.2.2.- Procesos biológicos
- 6.2.3.- Procesos físico-químicos. Transferencia de materia y energía
- 6.2.4.- Clasificación y descriptiva de modelos
- 6.2.5.- Ejercicio de síntesis

##### 6.3.- EL PROCESO DE DIGESTION ANAEROBIA (I)

- 6.3.1.- Recapitulación de conceptos básicos
- 6.3.2.- Fases limitantes para residuos sólidos. Desintegración e hidrólisis
- 6.3.3.- Modelos simplificados aplicados a residuos sólidos. Modelo de Chen – Hashimoto
- 6.3.4.- Ejercicio de síntesis

##### 6.4.- EL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA (II)

- 6.4.1.- Potenciales y rendimientos según origen y composición de los substratos
- 6.4.2.- Codigestión
- 6.4.3.- Producción de energía y mitigación de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>
- 6.4.4.- Ejercicio de síntesis

#### Descripción laboratorio

No se realizan prácticas de laboratorio

#### Desglose del contenido:

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Problemas: 2,4

Teoría: 3,6

#### Objetivos específicos:

Conocimientos: 2

Habilidades: 1, 2, 3, 4, 5

#### Desglose de contenidos:

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Problemas: \_\_\_\_\_ 15 horas \_\_\_\_\_

Teoría: \_\_\_\_\_ 15 horas \_\_\_\_\_

**Tiempo total:** \_\_\_\_\_ 30 horas \_\_\_\_\_

(\*) Campos obligatorios

## Planificación de actividades

<b>Título actividad 1:</b> <b>Clases presenciales</b>	<b>Dedicación total:</b> <b>30 horas</b>
<b>Descripción:</b>	Clases presenciales de teoría, ejercicios y problemas
<b>Material:</b>	Pizarra, proyector y ordenador
<b>Entregable:</b>	
<b>Objetivos:</b>	Poner al alcance de los estudiantes el conocimiento de forma ordenada y sintética, a fin de capacitar para el estudio de forma ordenada.

  

<b>Título actividad 2:</b> <b>Estudio de la teoría</b>	<b>Dedicación total:</b> <b>30 horas</b>
<b>Descripción:</b>	Estudio de la teoría a partir de la documentación entregada en clase y de la bibliografía recomendada
<b>Material:</b>	Copias de presentaciones y de transparencias, documentos de estudio entregados y bibliografía
<b>Entregable:</b>	
<b>Objetivos:</b>	Conseguir soltura en el conocimiento de los conceptos objeto de la asignatura y de la interrelación entre ellos

  

<b>Título actividad 3:</b> <b>Resolución de ejercicios y problemas</b>	<b>Dedicación total:</b> <b>45 horas</b>
<b>Descripción:</b>	Resolución de una colección de ejercicios y problemas propuesta a principios de curso de forma individual o en grupos de no más de 3 personas.
<b>Material:</b>	Colección de enunciados propuestos, ejercicios resueltos en clase, bibliografía recomendada Colección de ejercicios resueltos
<b>Entregable:</b>	
<b>Objetivos:</b>	Estudio de la metodología de resolución de ejercicios y problemas; ejercitarse en la cuantificación de los fenómenos estudiados

(\*) Campos obligatorios

<b>Título actividad 4:</b> <b>Redacción de un informe técnico y presentación de éste</b>	<b>Dedicación total:</b> <b>17 horas</b>
<b>Descripción:</b>	Elaboración de un informe que de respuesta a una cuestión planteada por el profesor y que obligue al estudio de bibliografía y a interrelacionar conceptos. El informe se elaborará en grupos de 3-4 personas; cada grupo resolverá una cuestión diferente y será presentado en clase en un tiempo máximo de 30 minutos
<b>Material:</b>	Enunciados de cuestiones planteadas por el profesor y bibliografía recomendada para la elaboración del informe
<b>Entregable:</b>	Informe escrito de una longitud máxima de 10 páginas y presentación oral de éste
<b>Objetivos:</b>	Ejercitar al estudiante en la consulta de bibliografía, a interrelacionar conceptos, escribir informes sintéticos y comunicar resultados

<b>Título actividad 5:</b> <b>Examen escrito</b>	<b>Dedicación total:</b> <b>3 horas (1 h teoría, 2 h problemas)</b>
<b>Descripción:</b>	El examen estará constituido por dos partes: 1) teoría, con cuestiones de tipo conceptual en que el estudiante demuestre el nivel de conocimientos y sobretodo la interrelación entre estos; 2) ejercicios y problemas, con 1 o 2 problemas a resolver, que serán del tipo resuelto en clase o de la colección de problemas propuestos
<b>Material:</b>	Parte de teoría: calculadora y sin documentación a consultar Parte de problemas: la documentación que el estudiante estime oportuna Cuestiones planteadas en el examen resueltas
<b>Entregable:</b>	Evaluar el nivel de conocimientos adquirido
<b>Objetivos:</b>	

### Sistema de calificación<sup>(\*)</sup>

Ponderación para la calificación de los estudiantes

	Examen	Colección problemas	Trabajo – Informe técnico	Total (%)
Teoría	35			35
Ejercicios y problemas	25	30		55
Informe técnico			10	10
<b>Total (%)</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

<sup>(\*)</sup> Campos obligatorios

## Normas de realización de las pruebas<sup>(\*)</sup>

El examen de teoría (1 hora, aprox.) consistirá en la respuesta escrita sobre preguntas conceptuales y el estudiante no podrá consultar ninguna documentación. Podrá disponer de calculadora.

El examen de problemas (2 horas aprox.) consistirá en la resolución escrita de uno o dos problemas o ejercicios. El estudiante dispondrá de calculadora y podrá consultar la documentación que desee, de forma individual.

## Capacidades previas

## Requisitos

## Metodología docente

Clases presenciales y estudio de los conceptos impartidos, resolución de una colección de problemas y elaboración, con presentación de un informe que resuelva una cuestión planteada.

## Bibliografía<sup>(\*)</sup>

### Básica

Rittmann, B.E., McCarty, P.L. (2001). Environmental Biotechnology. Principles and Application. International Edition. McGraw Hill.

### Complementaria

Weber, W.J.(1979). Control de la calidad de las aguas. Procesos fisicoquímicos. Editorial Reverté S.A. (Capítulo 1, tema 1 de la asignatura)

Henze, M, van Loosdrecht, M.CM, Ekama, G.A., Brdjanovic, D. (2008). Biological wastewater treatment principles, modelling and design. IWA Publishing, London. (Capítulos 2, 4-7, 13, 14, 16-18, temas 2, 3, 4, 5 de la asignatura)

Ahring, B.K. (2003). Biomethanation. Vol. I y II. Springer-Verlag. Berlín. (temas 3, 5, 6)

Henze, M., Harremoës, P., Jansen, J.C., Arvin, E. (2002). Wastewater Treatment. Biological and Chemical Processes. 3rd edit. Springer Verlag. (temas 3, 4, 5)

Henze, M., Gujer, W., Mino, T., van Loosdrecht, M. (2000). Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2d, ASM3. IWA Publishing, London, UK. (tema 3)

Batstone, D.J., Keller, J., Angelidaki, I., Kalyuzhnyi, S.V., Pavlostathis, S.G., Rozzi, A., Sanders, W.T.M., Siegrist, H., Vavilin, V.A. (2002). Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1), IWA Task Group for Mathematical Modelling of Anaerobic Digestion Processes. IWA Publishing, London. (tema 3)

Haug, R.T. (1993). The Practical Handbook of Composting Engineering. Lewis Publishers. (tema 6)

## Otros recursos

### Recursos no tabulados

Revistas científico-técnicas de acceso en el servicio de bibliotecas y artículos específicos entregados para la realización del trabajo

### Material audiovisual

Presentaciones powerpoint expuestas en las clases presenciales

### Material informático

<sup>(\*)</sup> Campos obligatorios