

## 28950 - Diseño y optimización de industrias agroalimentarias

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 28950 - Agri-food industry: design and optimisation

**Centro académico:** 201 - Escuela Politécnica Superior

**Titulación:** 583 - Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Uno de los objetivos específicos del título de Graduado/a en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural es el de capacitar al egresado para la dirección y gestión de toda clase de industrias agroalimentarias. Es en el contexto de este perfil profesional en donde se enmarca la asignatura de ?Diseño y Optimización de Industrias Agroalimentarias?.

El uso de **técnicas de modelización y optimización** es esencial a la hora de resolver problemas relacionados con el diseño de industrias agroalimentarias y con la optimización de procesos agroalimentarios. La mayoría de estas técnicas han sido desarrolladas en la segunda mitad del S. XX (son, pues, técnicas relativamente modernas) como consecuencia de la ?explosión? de la investigación operativa aplicada a la resolución de problemas de logística, producción y otros relacionados con la organización industrial.

En particular, los métodos que serán de nuestro interés serán aquellos cuya aplicación ayude a resolver cuestiones como, por ejemplo, las siguientes:

1. ¿Cuál debe ser la capacidad productiva óptima?
2. ¿Dónde debe estar localizada la instalación a efectos de minimización de costes de transporte?
3. ¿Cómo se debe distribuir la planta donde se llevará a cabo un determinado proceso?
4. ¿Cómo se debe organizar una red de distribución de los productos fabricados?
5. ¿Cuál es el programa de producción que maximiza los beneficios?
6. ¿Cómo se puede simular un proceso existente para obtener información que ayude a mejorarlo?

El planteamientos y los objetivos de la asignatura están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>):

**OBJETIVO 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE**

Meta: De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

**OBJETIVO 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA**

Meta: De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean

sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

## OBJETIVO 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

Meta: De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura 'Diseño y Optimización de Industrias Agroalimentarias' se relaciona con asignaturas obligatorias de la especialidad de 'Industrias Agrarias y Alimentarias'. Estas asignaturas son:

- 'Operaciones Básicas I', donde se estudian los balances de materia y energía sin reacción química y las operaciones básicas basadas en la transmisión de calor o en la transferencia de materia.
- 'Operaciones Básicas II', donde se tratan operaciones básicas relacionadas con el manejo de sólidos.
- 'Ingeniería de las Industrias Agroalimentarias', centrada en el estudio de balances de materia y energía con reacción química, estequiometría y cinética de la reacción química y diseño de reactores enzimáticos y biorreactores microbianos.
- 'Equipos Auxiliares y Control de Procesos', centrada en el estudio de la instrumentación y el control en las industrias agroalimentarias, la dinámica y el comportamiento de procesos propios de la industria agroalimentaria, y los sistemas de medición y control.
- 'Instalaciones Agroindustriales', donde se estudia, entre otros temas, el diseño de instalaciones hidráulicas y de producción de calor y frío en industrias agroalimentarias.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es deseable que el alumnado tenga superadas las asignaturas 'Matemáticas I', 'Matemáticas II' e 'Informática', correspondientes al módulo de Formación Básica. Los conocimientos previos más importantes relacionados con estas asignaturas son: cálculo matricial (resolución de sistemas de ecuaciones), cálculo infinitesimal (resolución de ecuaciones diferenciales), algorítmica y fundamentos de programación.

Por otro lado, se recomienda haber cursado (y superado a ser posible) las asignaturas 'Operaciones Básicas I', 'Operaciones Básicas II' e 'Ingeniería de las Industrias Agroalimentarias'. Los conocimientos y habilidades adquiridas en estas asignaturas previas son muy importantes para el seguimiento adecuado de la asignatura que nos ocupa.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:**

1. Conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería y tecnología de los alimentos: ingeniería y operaciones básicas de alimentos; tecnología de alimentos; procesos en las industrias agroalimentarias; modelización y optimización; gestión de la calidad y de la seguridad alimentaria; análisis de alimentos y trazabilidad.
2. Aplicar las bases científicas a problemas de modelización y optimización de sistemas y/o procesos.
3. Utilizar el programa Aspen Hysys para simular procesos básicos de la industria

agroalimentaria.

4. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
5. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
6. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

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

1. Es capaz de analizar las principales variables que afectan a la planificación de la capacidad productiva (resultado alineado con los ODS 9 y 12).
2. Es capaz de realizar un estudio de alternativas para la localización y posterior distribución en planta de un sistema productivo (resultado alineado con los ODS 9 y 12).
3. Es capaz de analizar un sistema de líneas de espera (resultado alineado con los ODS 9 y 12).
4. Es capaz de modelizar una red de transporte y estimar el flujo máximo.
5. Es capaz de modelizar y optimizar un determinado sistema mediante programación lineal (resultado alineado con los ODS 9 y 12).
6. Es capaz de simular un proceso agroalimentario básico mediante el empleo de un programa específico (ASPEN HYSYS).
7. Es capaz de mejorar la eficiencia energética de un proceso determinado mediante simulación del mismo en entorno HYSYS (resultado alineado con el ODS 7).

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La consecución de los resultados de aprendizaje previstos para la presente asignatura facilitará, en parte, la adquisición, por parte del alumnado, de una competencia específica de la especialidad. Esta competencia (CE. 20) es la siguiente:

*?Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería y tecnología de los alimentos: ingeniería y operaciones básicas de alimentos; tecnología de alimentos; procesos en las industrias agroalimentarias; modelización y optimización; gestión de la calidad y de la seguridad alimentaria; análisis de alimentos y trazabilidad.?*

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, destreza en la utilización de las TIC, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

### **Sistema de evaluación: GLOBAL**

1. **Prueba escrita de evaluación final**, que consistirá en la resolución de varios problemas (según pautas y formatos seguidos en las sesiones de resolución de casos). La calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1?5. La calificación de la prueba escrita supondrá el 60% de la calificación final de la asignatura. Asimismo, se podrá mantener la calificación de la prueba escrita hasta la 2ª convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).
2. **Evaluación de las tareas en régimen colaborativo (grupos de 2/3 alumnos)**. A lo largo del curso se planteará al alumnado la realización de distintas tareas en grupos de 2/3 integrantes. Estas tareas podrán consistir en la resolución de los casos introducidos durante las sesiones presenciales de resolución de casos, o bien, en la resolución de nuevos casos adicionales. Cada uno de los informes correspondientes a las tareas planteadas se entregará a través de moodle en la fechas fijadas por el equipo docente. Una evaluación positiva de esta actividad acreditará, en parte, el logro de los resultados de aprendizaje 1?7. La calificación media obtenida para el conjunto de las tareas planteadas no podrá ser inferior a **3,5 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida en esta actividad supondrá el 40% de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2ª convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

En el caso de que alguna de las calificaciones sea inferior a la nota mínima, la **calificación final** se obtendrá de la manera siguiente:

- a. Si  $CF \geq 4$  (obtenida mediante la ecuación anterior), la calificación final será: Suspenso (4,0)
- b. Si  $CF < 4$ , la calificación final será: Suspenso (CF)

### **Pruebas para estudiantes no evaluados en las actividad 2 en primera convocatoria**

Se entregará un único informe en el que se incluya la resolución de todos los casos planteados a lo largo del curso. Esta entrega se efectuará a través de moodle, con una fecha límite que coincidirá con la de la convocatoria oficial. En casos justificados, la resolución de las tareas podrá realizarse de manera individual.

La calificación final de la asignatura se determinará con los mismos pesos atribuidos a cada actividad de evaluación: 60% (prueba escrita de evaluación) y 40% (tareas). Para poder promediar las calificaciones obtenidas en las distintas actividades de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en la prueba escrita y de 3,5 puntos para las tareas.

### **Pruebas para estudiantes no evaluados en las actividad 2 que se presenten en segunda convocatoria**

Aquellos estudiantes que se presenten a la segunda convocatoria y quieran ser evaluados de la actividad 2 deberán ceñirse al procedimiento descrito en el caso anterior.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

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

1. Durante la realización de las **clases teóricas**, se abordará el estudio de los contenidos que figuran en el programa de teoría. La pizarra y el proyector se utilizarán de manera combinada. La exposición de cada uno de los temas se articulará alrededor de una presentación de diapositivas, que facilitará la estructuración de los contenidos y la explicación de deducciones gráficas complejas. La utilización simultánea de la pizarra permitirá serenar y acompasar el ritmo de la clase, destacando aquellos aspectos clave y/o de difícil comprensión. La lección magistral participativa será el método utilizado durante el desarrollo de las clases teóricas. Con este método, se pretende fomentar la participación activa del alumnado mediante la formulación de cuestiones y/o ejercicios que ayuden a romper el ritmo monótono de las sesiones.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de casos** se plantearán y resolverán casos prácticos relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las mismas, se fomentará la participación del alumnado, que, a su vez, trabajará en grupos de 2/3 integrantes. Las sesiones se llevarán a cabo en aula informática.
3. Para la actividad de aprendizaje correspondiente al **trabajo cooperativo (tareas)**, seguirán vigentes los mismos grupos base (grupos estables) que se habrán formado al inicio del curso para la realización de las sesiones prácticas de resolución de casos.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:**

1. **Clases teóricas** (un total de 10 sesiones de 2 horas cada una). Modalidad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos.
2. **Sesiones prácticas de resolución de casos** (un total de 18 sesiones de 2 horas cada una). Modalidad presencial en la cual se resolverán casos prácticos relacionados con los contenidos de la asignatura.
3. **Estudio y trabajo cooperativo**. Esta modalidad, no presencial, se centrará en la resolución de varios casos prácticos planteados a lo largo del curso (tareas) en grupos de dos ó tres integrantes.
4. **Estudio y trabajo autónomo**. Durante esta modalidad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Esta modalidad también incluye la participación del estudiante en actividades propias de la página de la asignatura en moodle, tales como la realización de ejercicios y cuestionarios (de respuesta corta, numérica, tipo test multirrespuesta, etc.), así como la interacción con otros estudiantes para consultas y/o intercambios de información.
5. **Tutorías**. Podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o en grupo (para las tareas planteadas en régimen colaborativo).

### 4.3. Programa

#### Programa de teoría

Bloque temático I: Diseño de sistemas productivos.

**Tema 1:** CAPACIDAD PRODUCTIVA. Planificación y programación de la producción. Análisis de costes. Predicción de la demanda mediante modelos de series temporales. Sistemas con esperas (teoría de colas y simulación). Análisis de viabilidad de inversiones que afectan a la capacidad productiva.

**Tema 2:** LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN PLANTA. Análisis cualitativo y cuantitativo para decidir la localización de una o múltiples instalaciones. Distribución en planta: tipos, factores que intervienen y SLP (*Systematic Layout Planning*).

Bloque temático II: Modelización y Optimización.

**Tema 3:** OPTIMIZACIÓN DE FUNCIONES. Casos sin restricciones o con una restricción. Método de Newton. Multiplicadores de Lagrange.

**Tema 4:** TEORÍA DE GRAFOS. Camino óptimo. Redes de transporte: flujo óptimo.

**Tema 5:** PROGRAMACIÓN LINEAL. Fundamentos. Algoritmo Simplex. Dualidad y análisis de sensibilidad.

Bloque temático III: Simulación de procesos.

**Tema 6:** Introducción al programa Aspen Hysys. Base de datos de compuestos, paquetes termodinámicos, entorno de simulación, opciones de cálculo y optimización.

#### Programa de prácticas

##### Casos prácticos

**Caso 1.** Previsión de la demanda mediante modelos de series temporales.

**Caso 2.** Análisis de sistemas con esperas: redes de Jackson.

**Caso 3.** Variación de la capacidad productiva a largo plazo: comparación de diversas alternativas de inversión.

**Caso 4.** Distribución en planta de un sistema agroalimentario.

**Caso 5.** Análisis de una red de transporte: flujo máximo y flujo de mínimo coste.

**Caso 6.** Programación lineal: establecimiento del programa de producción óptimo, resolución y análisis de sensibilidad.

**Caso 7.** Simulación con HYSYS: medidas de eficiencia energética en la concentración de un jugo de caña de azúcar.

**Caso 8.** Simulación con HYSYS: medidas de eficiencia energética en la purificación de biodiesel.

**Caso 9:** Simulación con HYSYS: medidas de eficiencia energética en la purificación de bioetanol.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del semestre. A continuación se presenta el calendario previsto de la asignatura:

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas
1	2 h	2 h
2	2 h	2 h
3		4 h
4	2 h	2 h
5		2 h

6	4 h	2 h
7	2 h	2 h
8	2 h	2 h
9		4 h
10	2 h	
11	2 h	4 h
12	2 h	2 h
13		2 h
14	2 h	2 h
15		2 h
16	Navidad	
17		
18		2 h

#### Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

Actividad	Horas presenciales	Factor	Horas no presenciales
Clases teóricas	22	1,5	33
Sesiones prácticas de resolución de casos	36	1	36
Realización de las tareas en régimen colaborativo	-	-	19
Evaluación (prueba escrita)	4		
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>62</b>		<b>88</b>
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL</b>	<b>150 horas</b>		

#### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- BB** Hillier, Frederick S. Introducción a la investigación de operaciones / Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman ; revisión técnica, Guillermo Martínez del Campo V., Ernesto A. Pacheco. 9a. ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2010
- BC** Taha, Hamdy A. Investigación de operaciones / Hamdy A. Taha; traducción Virgilio González Porro. 7ª ed. México [etc.] : Pearson Educación, 2004

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28950>