

**Facultad de Ciencias**  
**Graduado/a en Matemáticas**  
**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**  
**Programación Combinatoria**  
**(2020 - 2021)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Asignatura:</b> Programación Combinatoria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Código:</b> 549580908 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Facultad de Ciencias</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias</b></li> <li>- Titulación: <b>Graduado/a en Matemáticas</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>G058 (Publicado en 2019-11-27)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s:<br/><b>Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa</b></li> <li>- Área/s de conocimiento:<br/><b>Estadística e Investigación Operativa</b></li> <li>- Curso: <b>4</b></li> <li>- Carácter: <b>Optativa</b></li> <li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Español/Inglés (75%/25%)</b></li> </ul> |                          |

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> HIPOLITO HERNANDEZ PEREZ                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| - Grupo: <b>Todos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>HIPOLITO</b></li> <li>- Apellido: <b>HERNANDEZ PEREZ</b></li> <li>- Departamento: <b>Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Estadística e Investigación Operativa</b></li> </ul>                                    |
| <b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922845245</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b>hhperez@ull.es</b></li> <li>- Correo alternativo: <b>hhperez@ull.edu.es</b></li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul> |
| <b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| Desde                | Hasta | Día     | Hora inicial | Hora final | Localización                                             | Despacho                                           |
|----------------------|-------|---------|--------------|------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes   | 14:00        | 16:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT | Zona de despachos más próxima al Centro de Cálculo |
| Todo el cuatrimestre |       | Viernes | 10:30        | 14:00      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT | Zona de despachos más próxima al Centro de Cálculo |

Observaciones: El horario y lugar de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

| Desde                | Hasta | Día     | Hora inicial | Hora final | Localización                                             | Despacho                                           |
|----------------------|-------|---------|--------------|------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes   | 14:00        | 16:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT | Zona de despachos más próxima al Centro de Cálculo |
| Todo el cuatrimestre |       | Viernes | 10:00        | 13:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT | Zona de despachos más próxima al Centro de Cálculo |

Observaciones: El horario y lugar de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

**Profesor/a:** ANTONIO ALBERTO SEDEÑO NODA

- Grupo: **Todos**

**General**

- Nombre: **ANTONIO ALBERTO**
- Apellido: **SEDEÑO NODA**
- Departamento: **Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa**
- Área de conocimiento: **Estadística e Investigación Operativa**

#### Contacto

- Teléfono 1: **922845054**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **asedeno@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

#### Tutorías primer cuatrimestre:

| Desde                | Hasta | Día    | Hora inicial | Hora final | Localización                                             | Despacho |
|----------------------|-------|--------|--------------|------------|----------------------------------------------------------|----------|
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes  | 09:30        | 11:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |
| Todo el cuatrimestre |       | Martes | 09:30        | 11:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |
| Todo el cuatrimestre |       | Jueves | 09:30        | 11:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |

Observaciones:

#### Tutorías segundo cuatrimestre:

| Desde                | Hasta | Día       | Hora inicial | Hora final | Localización                                             | Despacho |
|----------------------|-------|-----------|--------------|------------|----------------------------------------------------------|----------|
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes     | 10:30        | 12:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |
| Todo el cuatrimestre |       | Miércoles | 09:30        | 10:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |
| Todo el cuatrimestre |       | Miércoles | 15:30        | 16:30      | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |          |

|                      |  |        |       |       |                                                          |  |
|----------------------|--|--------|-------|-------|----------------------------------------------------------|--|
| Todo el cuatrimestre |  | Jueves | 09:30 | 10:30 | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |  |
| Todo el cuatrimestre |  | Jueves | 15:30 | 16:30 | Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT |  |
| Observaciones:       |  |        |       |       |                                                          |  |

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Estadística e Investigación Operativa**  
 Perfil profesional: **Graduado/a en Matemáticas**

#### 5. Competencias

##### Generales

- CG1** - Conocer la naturaleza, métodos y fines de los distintos campos de la Matemática junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.
- CG2** - Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.
- CG5** - Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

##### Básicas

- CB3** - 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.

##### Específicas

- CE6** - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- CE8** - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

#### 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesor: Hipólito Hernández Pérez

Tema 1: Introducción a la Optimización Combinatoria. Problemas Clásicos

1.1 Introducción a la Optimización Combinatoria

1.2 Problemas Clásicos de Optimización Combinatoria (asignación, transporte, etc.)

Profesor: Hipólito Hernández Pérez

Tema 2: Problemas de rutas.

2.1 Problema del viajante de comercio

2.2 Variantes del problema del viajante de comercio

2.3 Problemas con carga de mercancía

2.4 Problemas con varios vehículos

2.5 Métodos de resolución del problema del viajante de comercio y otros problemas de optimización

Profesor: Antonio Sedeño Noda

Tema 3: Otros problemas definidos sobre grafos.

3.1 Problemas de flujos sobre redes. Complejidad computacional

3.2 Problemas de telecomunicaciones

- Profesor: Antonio Sedeño Noda

Tema 4: Problemas de logística: localización, planificación y cadena de suministros.

4.1 Problemas de localización

4.2 Problemas de planificación

4.3 Problemas de cadenas de suministros

### Actividades a desarrollar en otro idioma

Uso de vocabulario en inglés en la presentación de los principales conceptos y otros contenidos de la asignatura.

Enunciado en inglés de algunos ejercicios propuestos.

Consulta de bibliografía y otros contenidos (páginas webs, manuales, vídeos, etc.) en inglés.

Presentación (total o parcialmente) de informes de prácticas de laboratorio en inglés.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

Cada alumno recibirá 30 horas de clases magistrales donde se introducirán los conceptos básicos, se describirán problemas y se explicarán métodos de resolución de los problemas de Programación Combinatoria, y 27 horas de clases de prácticas en el aula o en el laboratorio informático. Durante las prácticas de aula se propondrán problemas para que el alumno adquiera destreza en el planteamiento y técnicas de resolución de problemas de Programación Combinatoria. Mientras que en las prácticas informáticas, se empleará algún programa que permiten resolver problemas de rutas, flujos, localización y logísticos, como pueden ser GUSEK, Excel, XPRESS, CPLEX o algún lenguaje de programación. La actividad presencial se completa con 3 horas de realización del examen final. Además de la actividad presencial el alumno debe realizar un trabajo autónomo para preparar las clases teóricas y prácticas, así como para la preparación de las pruebas

de evaluación.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

| Actividades formativas                                                   | Horas presenciales | Horas de trabajo autónomo | Total horas | Relación con competencias                |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------------|
| Clases teóricas                                                          | 30,00              | 0,00                      | 30,0        | [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]               |
| Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio) | 27,00              | 0,00                      | 27,0        | [CE8], [CE6], [CB3]                      |
| Estudio/preparación de clases teóricas                                   | 0,00               | 34,00                     | 34,0        | [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]               |
| Estudio/preparación de clases prácticas                                  | 0,00               | 33,50                     | 33,5        | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] |
| Preparación de exámenes                                                  | 0,00               | 22,50                     | 22,5        | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] |
| Realización de exámenes                                                  | 3,00               | 0,00                      | 3,0         | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] |
| Total horas                                                              | 60,00              | 90,00                     | 150,00      |                                          |
| Total ECTS                                                               |                    |                           | 6,00        |                                          |

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

"Programación Matemática", Ed. Diaz de Santos, J.J. Salazar González (2001). (ISBN:84-7978-504-7).

### Bibliografía Complementaria

"The Traveling Salesman Problem and its variations", Gregory Gutin, Abraham P. Punnen (2002)

"Vehicle routing: Problems, Methods, and Applications". Second Edition. Paolo Toth, Daniele Vigo. MOS-SIAM Series on Optimization. 2014.

"Logistics", David Bloomberg, Stephen LeMay y Joe B. Hanna (2002). (ISBN 978-0130101945)

"Business Logistics, Supply Chain Management - With CD", Ronald Ballou (2004). (ISBN 978-0131076594 ).

#### Otros Recursos

GUSEK + GLPK.

<http://gusek.sourceforge.net/gusek.html>

Plataforma de docencia virtual de la universidad

### 9. Sistema de evaluación y calificación

#### Descripción

Según el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna y las instrucciones del Vicerrectorado de Docencia para la Elaboración, Aprobación y Publicación de las Guías Docentes, el alumnado tiene dos posibilidades para ser evaluado y calificado:

**Evaluación continua.** Se ponderará la nota de evaluación continua y la del examen de convocatoria. La nota de evaluación continua tendrá un peso en la evaluación final de un 40%, mientras que el examen final tendrá un 60%. El examen final tendrá un carácter predominantemente práctico (problemas). La evaluación continua está constituida por las siguientes pruebas:

- **Prácticas de laboratorio:** Constituyen un 20% de la nota final de la asignatura. Se planteará al alumnado 2 o 3 problemas reales que deberán resolver por medio de programas informáticos. Para evaluarlo se mirará el código y la capacidad para modificarlo cuando se cambian ligeramente las condiciones del problema.
- **Realización de trabajos y su exposición:** A cada alumno se le propondrá un trabajo (individual o en grupo) para el cuál el alumno tendrá que consultar bibliografía y otros contenidos (principalmente en inglés). El trabajo será expuesto en clase al resto de los compañeros. Esto supondrá un 10% de la nota final (5% por la elaboración y 5% por la exposición).
- **Participación del alumno en las sesiones presenciales.** Supone un 10% de la nota final. Se evaluará la participación del alumno en clases (ejercicios realizados, contestación de preguntas, participación en las clases de laboratorio, etc.).
- **Parciales liberatorios.** Adicionalmente se ofrece a los alumnos la posibilidad de liberar parte o todo los contenidos que caen en el examen de convocatoria mediante parciales liberatorios (presumiblemente 2 o 3 pruebas). Estas pruebas supondrán el 60% de la nota de la asignatura.

**Evaluación Alternativa.** Realización del examen de convocatoria. En el caso de que un alumno opte por esta vía, además del examen de desarrollo (75% de la nota final), debe realizar alguna prueba que permita evaluar la capacidad para resolver problemas de optimización combinatoria mediante alguna herramienta informática (25%).

#### Estrategia Evaluativa

| Tipo de prueba        | Competencias                         | Criterios                                                                                        | Ponderación |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Pruebas de desarrollo | [CE6], [CB3], [CG5],<br>[CG2], [CG1] | Demostrar la capacidad de plantear, resolver y extraer conclusiones de los problemas planteados. | 60,00 %     |

|                                                     |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Trabajos y proyectos                                | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] | Demostrar capacidad para recopilar y presentar la información de los problemas planteados.                                                                                                                                                                         | 5,00 %  |
| Técnicas de observación                             | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] | Demostrar la capacidad de observación y crítica de modelos, métodos de resolución, etc, en problemas de optimización combinatoria planteados en las clases teóricas y prácticas.                                                                                   | 10,00 % |
| Exposiciones y pruebas orales                       | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] | Demostrar capacidad para comunicar el tema planteado.                                                                                                                                                                                                              | 5,00 %  |
| Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas | [CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1] | Demostrar la iniciativa, creatividad y destreza en el planteamiento y resolución de problemas prácticos de optimización combinatoria. Demostrar la habilidad en el uso de herramientas computacionales en la resolución de problemas de optimización combinatoria. | 20,00 % |

## 10. Resultados de Aprendizaje

Después de realizar esta asignatura el alumnado será capaz de:

- Saber formalizar matemáticamente problemas de Optimización Combinatoria.
- Conocer distintas metodologías para resolver dichos problemas, tales como las generaciones dinámica de variables y restricciones en modelos lineales.
- Profundizar en los aspectos computacionales de los distintos métodos utilizados y aplicar los algoritmos estudiados a la resolución de distintos problemas relevantes de la Optimización Combinatoria.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Como carácter general el alumno durante el cuatrimestre recibe cada semana dos horas de teoría y dos horas de clases prácticas. Las clases prácticas se dividen entre clases prácticas en el aula y clases prácticas en el aula de informática. A pesar de que las clases teóricas suponen la mitad de la docencia presencial, la asignatura es eminentemente práctica por lo que las horas de teoría serán ilustradas con ejemplos prácticos.

A continuación se muestra el Cronograma de la asignatura.

La distribución de los temas por semana es orientativo, pueden sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Se recomienda que el trabajo autónomo del alumno se realice semanalmente de forma proporcional a la docencia presencial.

**Segundo cuatrimestre**

| Semana          | Temas   | Actividades de enseñanza aprendizaje                                 | Horas de trabajo presencial | Horas de trabajo autónomo | Total  |
|-----------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------|
| Semana 1:       | Tema 1. | Presenciales: 4 horas teóricas                                       | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 2:       | Tema 1. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 3:       | Tema 2. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas en aula de informática. | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 4:       | Tema 2. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas en aula de informática. | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 5:       | Tema 2. | Presenciales: 2 horas teóricas + 3 prácticas de aula.                | 5.00                        | 7.50                      | 12.50  |
| Semana 6:       | Tema 2. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas en aula de informática. | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 7:       | Tema 2. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 8:       | Tema 3. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 9:       | Tema 3. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 10:      | Tema 3. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas en aula de informática. | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 11:      | Tema 3. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 12:      | Tema 4. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 13:      | Tema 4. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas en aula de informática. | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 14:      | Tema 4. | Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.                | 4.00                        | 6.00                      | 10.00  |
| Semana 15 a 17: |         |                                                                      | 3.00                        | 4.50                      | 7.50   |
| Total           |         |                                                                      | 60.00                       | 90.00                     | 150.00 |