

Facultad de Ciencias

Grado en Física

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Dinámica de Fluidos Astrofísicos
(2018 - 2019)

1. Datos descriptivos de la asignatura

| | |
|---|--------------------------|
| Asignatura: Dinámica de Fluidos Astrofísicos | Código: 279190901 |
| <ul style="list-style-type: none">- Centro: Facultad de Ciencias- Lugar de impartición: Facultad de Ciencias- Titulación: Grado en Física- Plan de Estudios: 2009 (Publicado en 2009-11-25)- Rama de conocimiento: Ciencias- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Astrofísica- Área/s de conocimiento: Astronomía y Astrofísica- Curso: 3- Carácter: Optativo- Duración: Segundo cuatrimestre- Créditos ECTS: 6,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (3 ECTS en Inglés) | |

2. Requisitos para cursar la asignatura

Necesario tener aprobado al menos 90 créditos.

3. Profesorado que imparte la asignatura

| | |
|---|--|
| Profesor/a Coordinador/a: FERNANDO MORENO INSERTIS | |
| <ul style="list-style-type: none">- Grupo:- Departamento: Astrofísica- Área de conocimiento: Astronomía y Astrofísica | |
| Tutorías Primer cuatrimestre: | |
| Horario: 11h-14h, lunes y jueves | Lugar: Despacho del profesor |
| Tutorías Segundo cuatrimestre: | |
| Horario: 13h-14h30, de lunes a jueves | Lugar: Despacho del profesor |

- Teléfono (despacho/tutoría):
- Correo electrónico: **fminsert@ull.es**
- Web docente: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Física Optativa**
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencias Específicas

- CE33** - Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo.
- CE32** - Saber trabajar e integrarse en un equipo científico multidisciplinar
- CE31** - Saber escuchar y valorar los argumentos de otros compañeros.
- CE30** - Saber discutir conceptos, problemas y experimentos defendiendo con solidez y rigor científico sus argumentos.
- CE29** - Organizar y planificar el tiempo de estudio y trabajo, tanto individual como en grupo.
- CE28** - Adquirir hábitos de comportamiento ético en laboratorios científicos y en aulas universitarias.
- CE27** - Haber desarrollado habilidades para la popularización de las cuestiones concernientes a la cultura científica y de aspectos aplicados a la física clásica y moderna.
- CE26** - Dominar la expresión oral y escrita en lengua española, y también en lengua inglesa, dirigida tanto a un público especializado como al público en general.
- CE25** - Ser capaces de realizar experimentos de forma independiente.
- CE24** - Afrontar problemas y generar nuevas ideas que puedan solucionarlos
- CE23** - Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- CE20** - Utilizar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.
- CE19** - Desarrollar la "intuición" física.
- CE18** - Utilizar la instrumentación científica actual y conocer sus tecnologías innovadoras.
- CE17** - Realizar informes sintetizando los resultados de experimentos científicos y sus conclusiones más importantes.
- CE16** - Evaluar y analizar cuantitativamente los resultados experimentales
- CE15** - Medir magnitudes esenciales en experimentos científicos.
- CE14** - Analizar, sintetizar, evaluar y describir información y datos científicos
- CE13** - Registrar de forma sistemática y fiable la información científica.
- CE12** - Observar fenómenos naturales y realizar experimentos científicos.
- CE11** - Adquirir destreza en la modelización matemática de fenómenos físicos.
- CE7** - Comprobar la interrelación entre las diferentes disciplinas científicas
- CE6** - Tener un buen conocimiento sobre la situación en el momento presente en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física.
- CE5** - Desarrollar una visión panorámica de la Física actual y sus aplicaciones
- CE4** - Conocer los hitos más importantes de la historia del pensamiento científico y de la Física en particular.

Competencias Generales

CG1 - Conocer el trabajo en el laboratorio, el uso de la instrumentación, tecnología y métodos experimentales más utilizados, adquiriendo la habilidad y experiencia para realizar experimentos de forma independiente. Ello le permitirá ser capaz de observar, catalogar y modelizar los fenómenos de la naturaleza.

CG3 - Desarrollar una clara percepción de situaciones aparentemente diferentes pero que muestran evidentes analogías físicas, lo que permite la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el alumnado, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

CG4 - Desarrollar la habilidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja que le permita construir un modelo simplificado que describa, con la aproximación necesaria, el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. Así mismo, debe ser capaz de comprobar la validez del modelo introduciendo las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones y las observaciones y/o los resultados experimentales.

CG5 - Conocer las posibilidades de aplicar la Física en el mundo laboral, docente y de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y en las actividades de emprendeduría

CG6 - Saber organizar y planificar el tiempo de estudio y de trabajo, tanto individual como en grupo; ello les llevará a aprender a trabajar en equipo y a apreciar el valor añadido que esto supone.

CG7 - Ser capaz de participar en debates científicos y de comunicar tanto de forma oral como escrita a un público especializado o no cuestiones relacionadas con la Ciencia y la Física. También será capaz de utilizar en forma hablada y escrita otro idioma, relevante en la Física y la Ciencia en general, como es el inglés.

CG8 - Poseer la base necesaria para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, tanto desde la formación científica, (realizando un master y/o doctorado), como desde la actividad profesional.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

NOTA: los apartados optativos (temas y prácticas) se irán ofreciendo en función del avance conseguido por los alumnos a lo largo del curso. Al menos se ofertarán tres prácticas. Las prácticas se realizarán usando el lenguaje Python.

1 - CÓMO TRATAR UN MEDIO CONTINUO Y DEFORMABLE

1.1 Descripción del movimiento: CINEMÁTICA. Descripción de la evolución temporal

- Derivada de Euler y derivada de Lagrange. Aceleración.
- Descripción local del movimiento de un fluido. Derivadas del campo de velocidad: expansión, rotación y deformación.

1.2 DINÁMICA

- Fuerzas de volumen y fuerzas de superficie. La base de física estadística de la diferenciación entre ambas.
- La necesidad de descripción tensorial de las fuerzas de superficie. Tensor de esfuerzos.

PRACTICA numérica optativa: seguimiento de elementos de fluido en un mapa bidimensional.

2. LEYES DE CONSERVACIÓN PARA UN MEDIO CONTINUO. Combinación de mecánica y termodinámica para un medio extenso e inhomogéneo.

2.1 - Variación temporal de contenidos de un trozo de fluido: teorema de Reynolds.

- 2.2 - Ley de conservación de la masa. Definición del concepto densidad y flujo de magnitudes físicas.
- 2.3 - Ecuación del impulso.
- 2.4 - Ecuación de la energía: tratamiento global. Deducción de las ecuaciones de energía cinética y de energía interna. Aspectos mecánicos y aspectos termodinámicos. Vector flujo de energía.
- 2.5 - Análisis global de las leyes de conservación. Cierre de las ecuaciones. Carácter no lineal.

3. FLUIDOS IDEALES

- 3.1 - Ecuación de Euler.
- 3.2 - Movimiento potencial alrededor de obstáculos.
- 3.3 - Vorticidad. Principio de la circulación de Kelvin.
- 3.4 - Tema avanzado optativo: fuerza de sustentación en alas de avión. Teorema de Kutta-Yukovski.
- 3.5 - Tema avanzado optativo: movimiento del aire y aproximación geostrofica. Los mapas del tiempo.
- 3.6 - Fluidos compresibles: equilibrio estático de una esfera de gas. Estructura estelar.
- 3.7 - Ejemplos de movimiento compresible: (a) el viento solar; (b) la acreción esférica sobre objetos astrofísicos.

PRACTICA numérica optativa: trazado de líneas de corriente alrededor de obstáculos

4. TEORÍA CINÉTICA y DESCRIPCIÓN COMO CONTINUO: la fundamentación microscópica de las ecuaciones de los gases. El equilibrio termodinámico local.

5. VISCOSIDAD

- 5.1 - Fluidos newtonianos. Tensor de esfuerzos de la viscosidad. Ecuación de Navier-Stokes.
- 5.2 - Ecuación de la energía para el caso viscoso. Ecuación de la entropía. Fuentes reversibles e irreversibles de entropía. Cuasi-equilibrio e irreversibilidad.
- 5.3 - Adimensionalización. Semejanza dinámica y geométrica. Número de Reynolds. Fluidos de laboratorio y fluidos astrofísicos.
- 5.4 - Tema avanzado optativo: capa límite.
- 5.5 - Tema avanzado optativo: el vórtice de Burgers y la física de los tornados
- 5.6 - Tema avanzado optativo: los discos de acreción sobre objetos astrofísicos

6. ONDAS LINEALES EN LOS GASES

- 6.1 - Tratamiento perturbativo de ecuaciones no lineales. Linealización de las ecuaciones de los gases. Ondas sobre equilibrio homogéneo: ondas de sonido (o de presión) elementales.
- 6.2 - Tratamiento de Fourier. Ecuación de autovalores. Relación de dispersión. Modos normales.
- 6.3 - Equilibrio inhomogéneo. Aproximación WKB. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Trazado de rayos.
- 6.4 - Tema avanzado: ondas de gravedad en interiores estelares.
- 6.5 - Tema avanzado optativo: ondas de sonido en el universo temprano en expansión. La radiación de fondo de microondas.

PRACTICA numérica optativa: descomposición de perturbaciones iniciales en modos normales en un problema 1D

PRACTICA numérica optativa: trazado de rayos de ondas de presión en un gas inhomogéneo

7. FRENTE DE CHOQUE

7.1 - Ecuaciones de conservación a través de un frente de choque. Relaciones de salto de Rankine - Hugoniot.

7.2 - La curva de Hugoniot: irreversibilidad del salto a través de un choque.

7.3 - Los números de Mach entrante y saliente. Régimen subsónico y supersónico.

7.4 - Choques fuertes: termalización de la energía cinética entrante.

7.5 - El problema de la transmisión de información en los gases. Los choques como resultado natural ineludible de las compresiones.

7.6 - Ejemplos en tierra y ejemplos astrofísicos. Explosiones. Restos de Supernova. Columnas de acreción sobre enanas blancas o estrellas de neutrones.

PRACTICA numérica optativa: obtención de perfiles de choque en régimen fuertemente supersónico.

PRACTICA numérica optativa: seguimiento de los elementos del gas en su paso a través de un choque.

8. TEORÍA DE LA ESTABILIDAD

8.1 - Teoría lineal. La estabilidad como problema de autovalores de un operador lineal.

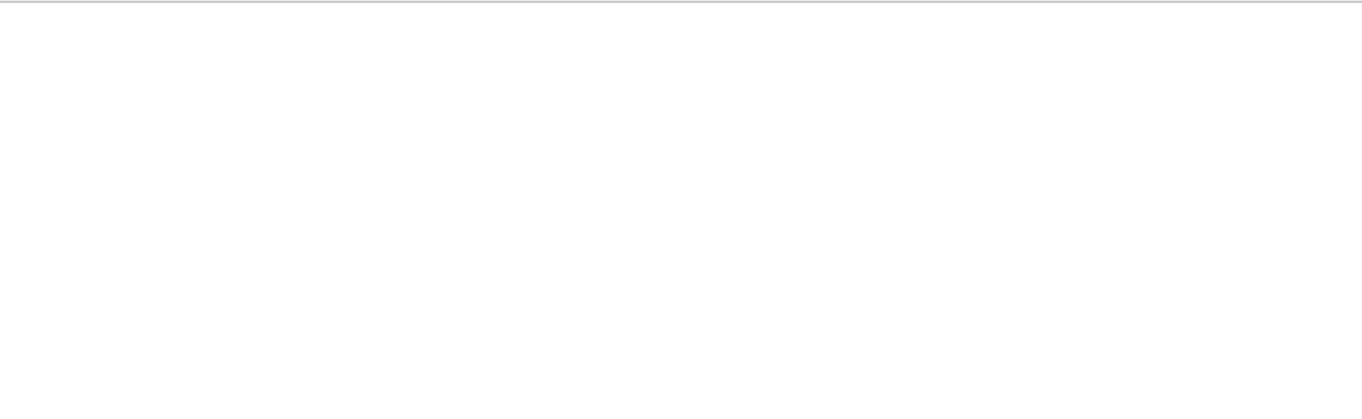
8.2 - Tema avanzado optativo: inestabilidad de Jeans y la formación estelar.

8.3 - La inestabilidad del movimiento de cizalladura (Kelvin-Helmholtz). La transición a la turbulencia.

8.4 - Tema avanzado optativo: la turbulencia desarrollada como interacción no lineal de modos Fourier.

Actividades a desarrollar en otro idioma

- Todo el material escrito aportado por el profesor (hojas de ejercicios, hojas auxiliares, notas de clase, videos, guiones de prácticas, programas de ordenador, hojas de examen) estará redactado en inglés.
- Una parte de las clases teóricas se impartirá en inglés. El número de ellas se adaptará a la facilidad de comprensión y comunicación en inglés por parte del alumnado. Se facilitará el aprendizaje (incluyendo pronunciación y ortografía) por parte del alumnado de términos técnicos en inglés específicos de esta materia.
- La presentación de prácticas puede realizarse en inglés de forma optativa por parte de cada alumno/a, caso de poseer suficiente fluidez en dicho idioma.



7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Créditos: 6ECTS
 Horas: 150
 Clases teóricas: 26 horas presenciales
 Asistencia clases prácticas: 30 horas presenciales
 Realización de exámenes: 4 horas presenciales
 Estudio preparación clases teóricas: 37 horas de trabajo autónomo
 Estudio preparación clases prácticas: 38 horas de trabajo autónomo
 Preparación de exámenes: 15 horas de trabajo autónomo
 HORAS TOTALES: 60 presenciales; 90 de trabajo autónomo

El desarrollo de las clases teóricas y prácticas contendrá tanto exposiciones en pizarra como proyección de presentaciones desde ordenador y presentación de películas científicas. Las clases de ejercicios serán participativas, intentando que sea fundamentalmente el alumno el que resuelva ejercicios en la clase, con discusión de los resultados con el profesor y los demás alumnos. Se dará importancia a la realización de ejercicios y prácticas. Estas últimas, en particular, incluirán la construcción de pequeños programas Python para resolver tareas numéricas sencillas (como solución de ecuaciones diferenciales ordinarias) que permitan que el alumno explore por su cuenta la física tratada en las clases teóricas.

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 | 26,00 | 0,00 | 26,0 | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32], [CE33] |
| Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio) | 15,00 | 0,00 | 15,0 | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32], [CE33] |
| Realización de seminarios u otras actividades complementarias | 15,00 | 0,00 | 15,0 | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32], [CE33] |

| | | | | |
|---|------|-------|-------|---|
| Realización de exámenes | 4,00 | 0,00 | 4,0 | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32], [CE33] |
| Estudio y trabajo autónomo en todas las actividades | 0,00 | 90,00 | 90,0 | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32], [CE33] |
| Total horas | 60.0 | 90.0 | 150.0 | |
| Total ECTS | | | 6,00 | |

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Acheson, D.J. (1990): Elementary Fluid Dynamics. Oxford University Press.
- Batchelor, G.K. (1967): An Introduction to Fluid Dynamics
. Cambridge University Press.
- Landau, L.D., Lifshitz, E.M. (1988): Fluid Mechanics, Vol 6, 2nd edition. Elsevier Science.
- Tritton D.J. (1988): Physical Fluid Dynamics
. Oxford University Press.

Bibliografía Complementaria

- Clarke C.J. and Carswell R.F. (2007): Astrophysical Fluid Dynamics. Cambridge University Press
- Courant, R., Friedrichs, K. (1976): Supersonic Flow and Shock Waves. Springer-Verlag, New York.
- Laney, C.B. (1998): Computational Fluid Dynamics. Cambridge Univ Press
- Lighthill, J. (1980): Waves in Fluids. Cambridge University Press.
- Mihalas, D., Mihalas, B. (1999): Foundations of Radiation Hydrodynamics. Dover Books
- Shu, F. H. (1992): The Physics of Astrophysics, volume II: Gas Dynamics. University Science Books.

Otros Recursos

Las prácticas numéricas serán ejercicios sencillos usando el lenguaje Python. Será posible realizarlas en cualquier portátil u ordenador de sobremesa reciente que tenga instalado ese programa. Ejemplos de técnicas numéricas elementales a usar serán: integración de ecuaciones diferenciales ordinarias, representación de isolíneas en mapas bidimensionales.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Siguiendo las normas obligatorias para el Grado de Física, la evaluación final de la asignatura se hace teniendo en cuenta tanto la calificación del examen final como la obtenida en la evaluación continua a lo largo del curso. Para calcular la nota final se usará la fórmula prescrita en la Memoria del Grado, a saber: llamando c a la calificación de la evaluación continua y z a la del examen final, ambas en escala de 0 a 10, la nota final, P , será:

$$P = z + 0.4 c (1 - z / 10)$$

La fórmula anterior se aplicará siempre que $z > 10/3$. En caso contrario, $P = z$. El acudir a la evaluación continua es optativo

por parte del alumno.

La calificación de la evaluación continua (c) se efectuará en base a las siguientes actividades a lo largo del curso:

- prácticas numéricas ofertadas durante el curso con fines de evaluación continua (25%). Se ofertarán al menos tres de estas prácticas
- exámenes parciales (65%). Se ofrecerán al menos tres exámenes parciales durante el curso.
- Participación activa en las clases, realización de ejercicios en la pizarra, actitud positiva de aprendizaje de la asignatura (10%)

El examen final de la asignatura será un control escrito sobre los conocimientos adquiridos durante el curso, basado en preguntas teóricas y en problemas similares a los resueltos en clase. El examen no contendrá ejercicios que requieran usar lenguaje de programación (como Python). La calificación obtenida en la evaluación continua se tendrá en cuenta independientemente de la convocatoria que se utilice para el examen final dentro del curso académico actual.

Estrategia Evaluativa

| Tipo de prueba | Competencias | Criterios | Ponderación |
|--------------------------------|---|---|-------------|
| Pruebas objetivas | [CE30], [CE29], [CG3], [CG4], [CG6], [CE4], [CE5], [CE6], [CE11], [CE13], [CE14], [CE17], [CE19], [CE23], [CE24], [CE26], [CE28], [CE33] | <ul style="list-style-type: none"> * Capacidad de análisis y de síntesis * Precisión en los cálculos * Rigor, claridad y lógica de los razonamientos * Ortografía y presentación | 65 % |
| Informes memorias de prácticas | [CE30], [CE29], [CG1], [CG3], [CG4], [CG5], [CG6], [CG7], [CG8], [CE4], [CE5], [CE6], [CE7], [CE11], [CE12], [CE13], [CE14], [CE15], [CE16], [CE17], [CE18], [CE19], [CE20], [CE23], [CE24], [CE25], [CE26], [CE33] | <ul style="list-style-type: none"> * Capacidad de análisis y de síntesis * Precisión en los cálculos * Rigor, claridad y lógica de los razonamientos * Discusión e interpretación de los resultados * Creatividad * Ortografía y presentación | 25 % |
| Escala de actitudes | [CE30], [CE29], [CG4], [CG7], [CE4], [CE5], [CE7], [CE11], [CE14], [CE17], [CE19], [CE23], [CE24], [CE26], [CE27], [CE28], [CE31], [CE32] | Se valorará la activa participación del alumno en clase, la realización de ejercicios en la pizarra, su expresión oral y su actitud positiva hacia el aprendizaje de la asignatura. | 10 % |

10. Resultados de Aprendizaje

- El alumno adquirirá soltura para tratar física y matemáticamente los medios continuos inhomogéneos
- Entrenamiento a fondo en el uso de conceptos físicos básicos como densidad y flujo de magnitudes físicas extensivas y leyes de conservación.

- Maduración en la combinación (y diferenciación) de los aspectos mecánicos y termodinámicos en la descripción física de los gases
- Familiarización en el uso de magnitudes tensoriales, que preparan el terreno para la asignatura de Relatividad General
- Comprensión de la relación entre descripción microscópica y macroscópica de un medio físico continuo
- Comprensión de aspectos no lineales del comportamiento de la naturaleza.
- Familiarización con la auto-semejanza de los sistemas físicos
- Comprensión del tratamiento de ondas en los sistemas intrínsecamente no lineales, como los gases
- Primer encuentro con situaciones físicas con transiciones bruscas (choques) y comprensión de los motivos de su presencia generalizada en la tierra y en el cosmos.
- Primer contacto con el problema de la turbulencia
- Acercamiento a la física del cosmos mediante dinámica de gases

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

El siguiente cronograma es orientativo y está sujeto a variación según calendario académico.

| Segundo cuatrimestre | | | | | |
|----------------------|-------|--|-----------------------------|---------------------------|-------|
| Semana | Temas | Actividades de enseñanza aprendizaje | Horas de trabajo presencial | Horas de trabajo autónomo | Total |
| Semana 1: | 1 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 2: | 1 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 3: | 2 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |

| | | | | | |
|------------|-------|--|------|------|------|
| Semana 4: | 2 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 5: | 2 y 3 | Presenciales: 1 hora teórica y 1 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 2.00 | 4.00 | 6.00 |
| Semana 6: | 3 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 7: | 3 y 4 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 8: | 5 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 9: | 5 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 10: | 5 y 6 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |
| Semana 11: | 6 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 4.00 | 8.00 |

| | | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|--------|
| Semana 12: | 6 y 7 | Presenciales: 1 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 3.00 | 6.00 | 9.00 |
| Semana 13: | 7 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 14: | 7 y 8 | Presenciales: 2 horas teóricas y 2 de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 15: | 8 | Presenciales: 3 horas de prácticas. Adicionalmente: trabajo autónomo | 3.00 | 6.00 | 9.00 |
| Semana 16 a 18: | Evaluación | Trabajo autónomo, preparación de la evaluación. 4 horas presenciales para realización de pruebas de evaluación. | 4.00 | 22.00 | 26.00 |
| Total | | | 60.00 | 90.00 | 150.00 |