

**49205 - DISEÑO DE GEMELOS
DIGITALES MEDIOAMBIENTALES**

CENTRO: 180 - Escuela de Ingeniería Informática

TITULACIÓN: 4046 - Grado en Ingeniería Física y Matemática

ASIGNATURA: 49205 - DISEÑO DE GEMELOS DIGITALES MEDIOAMBIENTALES

CÓDIGO UNESCO: 2510

TIPO: Optativa

CURSO: 4

SEMESTRE: 1º semestre

CRÉDITOS ECTS: 3

Especificar créditos de cada lengua:

ESPAÑOL: 3

INGLÉS:

Enlace a la MEMORIA DE VERIFICACIÓN

<https://www2.ulpgc.es/plan-estudio/4046/40/verificacion/4>

REQUISITOS PREVIOS RESPECTO A ASIGNATURAS DE LA TITULACIÓN

Es importante haber cursado todas las asignaturas de los dos cursos previos

CONTENIDOS TEÓRICOS, PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

El programa integra aspectos teóricos y prácticos sobre modelización digital, observación de sistemas naturales, asimilación de datos, predicción numérica, análisis de riesgos y estrategias de mitigación.

Los contenidos de la memoria de verificación: Modelos digitales del terreno y sistemas de información geográfica

- Observación de sistemas medioambientales; · Asimilación de datos ; · Modelos numéricos de predicción
- Análisis de riesgo y estrategias de mitigación.

Se desarrollarán en los siguientes temas:

Tema 1: Introducción a los Gemelos Digitales en el Ámbito Medioambiental

- Concepto, evolución y componentes de los gemelos digitales. • Relevancia para la gestión y sostenibilidad ambiental. • Retos tecnológicos y éticos.

Tema 2: Modelos Digitales del Terreno y Sistemas de Información Geográfica (GIS)

- Fundamentos de MDT y su adquisición mediante LiDAR, fotogrametría y satélites. • Integración GIS en gemelos digitales. • Ejemplo práctico: modelización 3D del terreno y análisis espacial.

Tema 3: Observación de Sistemas Medioambientales

- Fuentes de datos: sensores in situ, IoT, satélites, drones. • Monitorización de variables ambientales. • Infraestructuras de datos y visualización en tiempo real.

Tema 4: Integración de Datos y Asimilación

- Fundamentos de la asimilación de datos. • Métodos de filtrado (Kalman, variacional, partículas).
- Casos de estudio: predicción de inundaciones y contaminación costera.

Tema 5: Modelos Numéricos de Predicción (I)

- Conceptos básicos de modelización numérica ambiental.
- Modelos hidrodinámicos, atmosféricos y de calidad del agua.
- Acoplamiento entre modelos y datos observacionales.

Tema 6: Modelos Numéricos de Predicción (II)

- Casos de aplicación de gemelos digitales para predicción.
- Validación de modelos y estimación de incertidumbre.
- Ejercicio práctico con simulación de escenarios 'qué-pasaría-si'.

Tema 7: Análisis de Riesgo Medioambiental

- Definición de riesgo y vulnerabilidad.
- Evaluación probabilística y espacial del riesgo.
- Ejemplo: análisis de riesgo de inundaciones y contaminación costera.

Tema 8: Estrategias de Mitigación y Toma de Decisiones

- Diseño de estrategias basadas en simulación.
- Evaluación costo-beneficio y priorización de medidas.
- Soporte a la toma de decisiones con visualización interactiva.

Práctica de laboratorio:

Práctica 1. Construcción de un Modelo Digital del Terreno (MDT) y Gemelo Digital Básico

Práctica 2. Integración de Observaciones Ambientales en Tiempo Real

Práctica 3. Asimilación de Datos con un Filtro de Kalman

Práctica 4. Desarrollo de un Gemelo Digital para Predicción de un caso medioambiental.

Práctica 5. Evaluación del Riesgo y Diseño de Estrategias de Mitigación

EVALUACIÓN:

Criterios y sistemas de evaluación

Criterios y sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Las fuentes de evaluación que se usarán son las que se detallan a continuación:

FE1. Realización de exámenes o pruebas escritas que incluirán tanto cuestiones teóricas como problemas prácticos. En la corrección de estas, por parte del profesor se considerará: (a) la capacidad del alumno para explicar el procedimiento seguido para la resolución de las cuestiones y los problemas planteados, así como las hipótesis necesarias para ello. (b) La capacidad de expresar correctamente el resultado final obtenido en los problemas y el uso de las unidades correctas. (c) La capacidad de exponer con orden y la claridad la resolución de las cuestiones y problemas. (Competencias CB2, CB3, CB4 y CB5, CG1, CG3, CG5, CG6, CE1, CE2, CE4)

FE2. Realización de ejercicios (problemas prácticos) no presenciales. En la corrección de estos, por parte del profesor se considerará: (a) la capacidad del estudiante para explicar el procedimiento seguido para la resolución los problemas planteados, así como las hipótesis necesarias para ello. (b) La capacidad de expresar correctamente el resultado final obtenido y el uso de las unidades correctas. (c) La capacidad de exponer con orden y la claridad su resolución. (Competencias CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG3, CE2, CE4, CE6, CE14)

FE3. Realización de trabajos no presenciales (serán realizados en grupos de dos o tres estudiantes) que consistirán en temas relacionados con las clases presenciales. En la corrección de estos, por parte del profesor se considerará la realización correcta del trabajo, así como la redacción apropiada del pequeño informe que se debe presentar, en donde se incluyan los objetivos que se pretenden alcanzar y las hipótesis realizadas en el desarrollo del trabajo. Además hay que entregar la presentación del trabajo y realizar una presentación oral grabada de no más de 10 minutos y colgarla en el campus virtual para su evaluación,

(Competencias CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG3, CG5, CT1, CT2, CT3, CT4, CE2, CE4, CE6, CE14)

FE4. Realización de prácticas de laboratorio presenciales. Tiene como objetivo principal la competencia específica CE2 - Diseñar y realizar experimentos de laboratorio y simulaciones computacionales propios del ámbito de la física, matemática e ingeniería, interpretar los datos y extraer conclusiones. En la evaluación de las prácticas de laboratorio se considerará el trabajo realizado, así como el informe entregado al final de cada práctica.

El total de competencias asociadas a esta fuente de evaluación serían: CG5, CB2, CB3, CT2, CT3, CT4, CE2, CE6 y CE14.

En la Convocatoria Ordinaria se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

(a) Exámenes parciales que liberan materia. Se realizarán dos exámenes parciales. El primero de ellos se corresponderá con los contenidos desde el tema 1 al tema 4. El segundo parcial se corresponderá con los contenidos desde el tema 5 al tema 8 y se realizaría en la fecha de la convocatoria ordinaria.

(b) Examen final de la convocatoria los estudiantes podrán presentarse sólo al examen parcial que no hayan superado o a toda la asignatura si fuera el caso.

(c) Sesiones académicas de interacción que consisten en la resolución de problemas de forma presencial con la guía del profesor para ir resolviendo sus dudas.

d) Prácticas de laboratorio con la entrega del informe correspondiente.

(e) Tareas que consisten en ejercicios no presenciales que se entregarán en la plataforma virtual durante el curso.

(f) Trabajos no presenciales, que se entregarán en la plataforma virtual de la asignatura a lo largo del curso, tanto el informe como la presentación y el vídeo de la presentación oral de no más de 10 minutos.

En las Convocatorias Extraordinaria y Especial se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

(a) Examen de la convocatoria. Los estudiantes se examinarán de todos los contenidos de la asignatura, desde el tema 1 al tema 8.

(b) Prácticas de laboratorio

(c) Trabajos no presenciales, que se entregarán en la plataforma virtual de la asignatura a lo largo del curso.

Criterios de calificación

Criterios de calificación

CALIFICACIÓN DE LAS TAREAS (NTA):

Se evaluarán las tareas entregadas durante el curso. Si alguna de las tareas no se entrega tendrá nota cero. Finalmente se realizará la media de las notas obtenidas en las tareas sobre 10.

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO (NTR):

Se evaluará el trabajo entregado sobre 10.

CALIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (NPL):

*La falta de asistencia a alguna práctica de laboratorio o la falta de participación durante alguna de las sesiones haría que el alumno obtuviese la calificación global de prácticas de laboratorio: NPL = 0, con el consiguiente No Apto en prácticas de Laboratorio.

* En la evaluación de las prácticas de laboratorio se considerará el trabajo realizado, así como el informe entregado al final de cada práctica. Se puntuará sobre 10 puntos.

* La nota de Prácticas de laboratorio, en aquellos alumnos que las han realizado todas, se obtiene

de la nota media de las Prácticas impartidas, que debe ser mayor o igual a 5 para considerar al alumno Apto en Prácticas de Laboratorio.

CRITERIOS EN LA CONVOCATORIA ORDINARIA:

*Sólo pueden hacer uso de esta convocatoria:

- 1) Los estudiantes con las prácticas de laboratorio aptas ($NPL \geq 5$).
- 2) Cualesquiera otros estudiantes a los que el Reglamento de Evaluación permita solicitar adaptaciones del proyecto docente ante la CAD (artículo 6), o cambio de fechas de pruebas o entregas (artículo 26) y hayan cumplido con las adaptaciones o nuevas fechas comunicadas.

*Calificación Final en la Convocatoria Ordinaria (CF-O)

- Alumnos presentados a Convocatoria con $NPL < 5$ CF-O = SUSPENSO (0)

- Alumnos presentados a Convocatoria Ordinaria con $NPL \geq 5$

La nota del examen (EX) se puede obtener a partir de la nota media de los parciales, siempre que obtenga una nota mínima de 4 sobre 10 en cada parcial. Si no se alcanzase esta nota mínima, la nota del examen será la menor de la de los 2 parciales.

**Si la nota en el examen de convocatoria (EX) es mayor o igual a 4 sobre 10:

$$CF-O = EX \cdot 0.5 + NPL \cdot 0.2 + NTA \cdot 0.05 + NTR \cdot 0.25;$$

**Si la nota en el examen de convocatoria (EX) es menor que 4 sobre 10:

$$CF-O = EX$$

** Se considera no presentado en esta convocatoria a aquellos estudiantes que no han realizado ningún parcial o no se presenten al examen de la convocatoria.

CRITERIOS EN LA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA Y ESPECIAL, donde EX es el examen de convocatoria:

* Los alumnos con $NPL < 5$ que se hayan presentado a esta convocatoria deben realizar un Examen de Prácticas, válido únicamente para la convocatoria en cuestión. Este examen de prácticas y la nota conseguida en él será parte del porcentaje de la parte exámenes y ejercicios presenciales.

* La calificación Final de los alumnos presentados en la Convocatoria Extraordinaria o Especial (CF-X) será:

- Alumnos con $NPL < 5$ que suspenden o no realizan el examen de prácticas CF-X=SUSPENSO (0)

- Alumnos con $NPL < 5$ y que realizan el examen de prácticas de la convocatoria y el examen de la convocatoria:

$$CF-X = 0.55 \cdot EX + NPL \cdot 0.2 + NTR \cdot 0.25$$

- Alumnos con $NPL \geq 5$ (ya no se guardan los parciales)

$$CF-X = 0.55 \cdot EX + NPL \cdot 0.2 + NTR \cdot 0.25$$

** Se considera no presentado en esta convocatoria a aquellos estudiantes que no se presenten al examen de la convocatoria.

PLANIFICACIÓN SEMANAL

En 15 semanas se distribuyen 10 horas de teoría, 10 horas sesiones académicas de interacción y 10 horas de prácticas de laboratorio.

T y AI: Clase Teoría, problemas y sesiones académicas de interacción (en total 20 horas teniendo en cuenta una hora para la realización del primer parcial)

PL: prácticas Laboratorio (10 sesiones de 1 hora para realizar 5 prácticas)

P1: Exámenes Parcial (1 sesión. 1 hora)

TA, TR: tareas y trabajos

Actividad no presencial: trabajo 15 horas y estudio 30 horas. En total 45 horas.

Semana 1: TEMA 1:

Actividades Teoría (h): 2

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 2: TEMA 1:
 Actividades Teoría (h): 0
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 3: TEMA 2;
 Actividades Teoría (h): 2
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 4: TEMA 2 y TEMA 3:
 Actividades Teoría (h): 0
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 5: TEMA 3
 Actividades Teoría (h): 1
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 6: TEMA 4:
 Actividades Teoría (h): 1
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 7: TEMA 4:
 Actividades Teoría (h): 0
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 8: TEMA 5.
 Actividades Teoría (h): 1
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 9: Parcial 1.
 Actividades Teoría (h): 1 (parcial 1)
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 10: TEMA 5.
 Actividades Teoría (h): 0
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 11: TEMA 6.
 Actividades Teoría (h): 1
 Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
 Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
 Actividades y trabajo no presencial (h): 3
 Semana 12: TEMA 6.

Actividades Teoría (h): 0
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 3
Semana 13: TEMA 7.
Actividades Teoría (h): 1
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 3
Semana 14: TEMA 8.
Actividades Teoría (h): 0
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 3
Semana 15: TEMA 8.
Actividades Teoría (h): 0
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 3

PROFESORADO

Dr./Dra. Ángel Rodríguez Santana Departamento: 257 - FÍSICA Ámbito: 398 - Física de la Tierra Área: 398 - Física de la Tierra Despacho: FÍSICA Teléfono: 928454517 Correo Electrónico: angel.santana@ulpgc.es CV: Información curricular del profesor	(COORDINADOR)
---	---------------

BIBLIOGRAFÍA

[1 Básico] Digital Twin Technology for the Energy Sector

Aghaei, M., Moazami, A., Lobaccaro, G., & Cali, U
- (2024)
978-0-443-14070-9

[2 Básico] Digital Twins for Sustainable Development

Balas, V. E., Tiwari, S., Garg, L., Sohel, F., & Jain, A
- (2026)
978-0443273889

[3 Básico] BIM and 3D GIS Integration for Digital Twins

Mohsen Kalantari, Christian Clemen, Mojgan Jadidi
- (2024)
9781351200950

[4 Básico] Twin Systems: Digital Twins of Built Environment

Parn, E. A., Sacks, R., Brilakis, I., & Soibelman,
- (2024)
2608502237

[5 Básico] Digital Twins for Smart Cities and Villages

Sailesh Iyer, Anand Nayyar, Anand Paul, Mohd Naved

- (2024)

978-0-443-28884-5