

# **Máster en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: SIG y Teledetección**

## **60402 - Análisis de la información geográfica: SIG**

**Guía docente para el curso 2013 - 2014**

**Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 12.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Marcos Rodrigues Mimbrero** rmarcos@unizar.es
- **Enrique José Ruiz Budría** eruiz@unizar.es
- **Miguel Ángel Saz Sánchez** masaz@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Esta materia tiene un carácter eminentemente práctico, pues está basado en la aplicación en la mayor parte de las horas presenciales de clase de las explicaciones teórico-prácticas dadas por el profesor. Por ello, la asistencia a las sesiones prácticas organizadas resulta fundamental, si bien el alumno dispone de las tutorías en el caso de no poder asistir y, como es deseable, para plantear cualquier tipo de dudas sobre los aspectos teóricos y prácticos tratados. Junto a esto, es importante que el alumno invierta adecuadamente el tiempo destinado a su trabajo personal, afianzando debidamente los contenidos y competencias básicos propios del módulo. Para ello, el material aportado por el profesor a través del ADD -las presentaciones de clase- constituyen una ayuda a la actividad de aprendizaje que debe ser completada por la bibliografía facilitada por el profesor, facilitándose de esta manera que el alumno alcance los resultados esperados y, por tanto, que adquiera las competencias perseguidas.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Esta materia se imparte con posterioridad a las asignaturas de la materia "Obtención y organización de la información geográfica", de la que es lógica secuencia. La evaluación de esta materia se deriva de pruebas escritas, que tiene lugar en el segundo período de evaluación de los tres que se suceden para el máster a lo largo del curso académico, y de una serie de trabajos prácticos, que deberán entregarse antes de la realización de las pruebas escritas. Los estudiantes no presenciales y aquellos que no hayan realizado alguna de las pruebas escritas y/o de los trabajos prácticos en este segundo período de evaluación disponen de la convocatoria oficial (junio). Quienes no superen la asignatura en la primera convocatoria oficial dispondrán de la segunda (septiembre).

---

### **Inicio**

---

# Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce la variedad de funciones espaciales que incorporan los SIG, y sus clasificaciones más usuales referidas a la búsqueda de información, reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad.
- 2:** Argumenta los fundamentos teóricos del análisis espacial mediante SIG y utiliza adecuadamente la terminología propia de la materia. Define las funciones de análisis espacial más usuales y describe su significado y su utilidad.
- 3:** Aplica los conocimientos teóricos a la resolución de casos reales mediante la modelización de problemas espaciales de carácter geográfico, seleccionando las funciones SIG y los modelos de datos necesarios.
- 4:** Es capaz de implementar los modelos cartográficos de resolución de problemas en alguno de los programas de SIG más conocidos y utilizados.
- 5:** Explica los fundamentos teóricos necesarios para la generación de MDE y utiliza los conceptos básicos y la terminología de forma adecuada.
- 6:** Elabora MDE a partir de cartografía topográfica digital, seleccionando el método más conveniente a las características de los datos y aplicando los métodos adecuados para la detección y/o corrección de los errores sistemáticos y aleatorios.
- 7:** Aplica los procedimientos para generar modelos digitales derivados de los MDE.
- 8:** Aplica el análisis de redes a la resolución de tareas complejas mediante la utilización de SIG y utiliza adecuadamente la terminología propia de este tipo de análisis (arcos, nodos, flujo...).
- 9:** Define el análisis de redes, identifica los tipos de análisis de redes que existen y prepara adecuadamente las bases espaciales para este tipo de tareas.
- 10:** Utiliza adecuadamente los recursos disponibles para afianzar el conocimiento adquirido previamente.
- 11:** Trabaja adecuadamente en equipo, criticando de manera constructiva las opiniones de los demás, compartiendo información y conocimientos con sus compañeros y buscando soluciones conjuntas.
- 12:** Identifica el tipo de fenómenos geográficos cuya gestión puede requerir la utilización de análisis de redes y los discrimina de aquellos para los que no es útil.
- 13:** Argumenta la importancia de disponer de superficies continuas de información sobre variables ambientales significativas para su uso en estudios territoriales.
- 14:** Explica los métodos más usuales de interpolación espacial -inverso a la distancia, funciones radiales, superficies de tendencia, kriging y cokriging- y los aplica correctamente, modificando sus parámetros y eligiendo el más adecuado para la representación espacial de los datos mediante la utilización de ArcGIS.
- 15:** Es capaz de modelizar variables ambientales en SPSS a partir de la relación estadística existente con un conjunto de variables independientes y elaborar, con esos modelos, cartografías de detalle a partir de

los parámetros obtenidos en la modelización.

**16:**

Aplica correctamente los procedimientos que, basados en estadísticos de error, ayudan a seleccionar la cartografía más adecuada a la variable analizada.

**17:**

Argumenta la importancia de la calidad de los datos originales para el resultado cartográfico final.

**18:**

Explica los aspectos fundamentales del sistema operativo Linux y las características del entorno de programas con código abierto, es capaz de utilizarlos a nivel de usuario intermedio.

**19:**

Explica los aspectos fundamentales de los modelos estadísticos paramétricos y no paramétricos y los aplica al análisis de la información geográfica.

**20:**

Explica y aplica una metodología estandarizada de análisis de datos no paramétricos.

**21:**

Describe los elementos fundamentales de programación en Python, ArcPy y R y es capaz de implementar pequeños programas y módulos integrables en otros programas informáticos de SIG mediante programación en estos lenguajes.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta materia constituye, junto con la denominada "Análisis de la información geográfica: teledetección", el núcleo fundamental del máster, por cuanto tiene como objetivo capacitar al estudiante en la aplicación adecuada de las funciones de análisis sobre información espacial mediante el uso de los SIG. Para ello, esta materia se organiza en seis asignaturas que, de forma lógica, se suceden conceptualmente y en el tiempo, incorporando elementos y herramientas de complejidad creciente:

- 3.1.- Análisis espacial básico: búsquedas e interrogaciones, criterios espaciales y temáticos, generalización; funciones básicas de reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad.
  - Esta asignatura introduce al estudiante, sobre la base de los conceptos aprehendido en las materias previas y de las destrezas adquiridas ya en el manejo operativo de ArcGIS, en las operaciones de análisis de propósito general en SIG, las más básicas y habituales.
- Tres asignaturas se suceden posteriormente en el tiempo, profundizando en aspectos particulares del análisis espacial avanzado, orientándose a la consideración del concepto, las características, la creación-gestión y las aplicaciones de los MDT (en particular, de los MDE y sus modelos derivados), el análisis de redes y los métodos de interpolación de información geográfica:
  - 3.2 Análisis espacial avanzado: modelos digitales del terreno.
  - 3.3 Análisis espacial avanzado: análisis de redes
  - 3.4 Análisis espacial avanzado: interpolaciones
- 3.5.- Lenguajes de programación: Python, Scripting en ArcPy, programación con R. Software libre (GvSIG). Esta asignatura introduce al estudiante en los lenguajes de programación que, en conexión con los recursos lógicos más habituales en TIG, son utilizados en el máster. Se presta, por tanto, atención al desarrollo de *scripts* en Python para ArcGIS, pero también se introducen otros entornos de código abierto, como R. Así mismo, esta asignatura incluye la formación básica en manejo de *software libre*, concretamente GvSIG.
- 3.6.- Modelos paramétricos y no paramétricos. Esta asignatura, si bien enlaza directamente con los contenidos presentados en las asignaturas 3.2, 3.3 y 3.4, introduce al alumno en técnicas avanzadas de modelización a través del desarrollo de modelos paramétricos -GLM, *Generalised Linear Models*- y no paramétricos -CART y Radom Forest-.

---

## Contexto y competencias

---

# **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

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

La sucesión temporal de asignaturas en el máster responde básicamente a las fases del proceso tecnológico de la información geográfica en su aplicación a la resolución de interrogantes de naturaleza espacial. En este contexto, la materia "Análisis de la información geográfica: SIG" ocupa un puesto nuclear.

- 3.1.- Análisis espacial básico: búsquedas e interrogaciones, criterios espaciales y temáticos, generalización; funciones básicas de reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad. Esta asignatura proporciona una visión general de las principales herramientas y funciones de análisis espacial y está diseñada desde una triple perspectiva: (i) teórica, ya que tiene como objetivo que los alumnos dominen las funciones más comunes en el análisis espacial, así como su significado y utilidad en relación con los modelos de datos; (ii) aplicada, por cuanto se pretende que el alumno desarrolle las habilidades competenciales necesarias para el análisis de los datos geográficos y la resolución de problemas espaciales, por lo que el proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en la resolución de casos concretos mediante la realización de modelos cartográficos en los que se integran los datos y las operaciones definidas por las funciones; e (iii) instrumental, en relación con el manejo de aplicaciones informáticas que, si bien no es un fin en sí mismo, se considera necesario en el proceso.
- 3.2.- Análisis espacial avanzado: modelos digitales del terreno. Esta asignatura dota al estudiante de las herramientas instrumentales y metodológicas para elaborar MDE y determinar su precisión y grado de error, pero también para desarrollar su espíritu crítico y la capacidad de decisión a la hora de seleccionar los datos de partida y los métodos y los procesos más adecuados.
- 3.3.- Análisis espacial avanzado: análisis de redes. Con esta asignatura se pretende que el estudiante sea capaz de distinguir y modelar distintos tipos de sistemas de redes a partir del conocimiento teórico y práctico del conjunto de reglas topológicas que las mantienen, así como de aplicar las funciones de análisis específicas de este tipo de información geográfica.
- 3.4.- Análisis espacial avanzado: interpolaciones. Es una asignatura que tiene como objetivo mostrar cómo se desarrolla la transformación de información puntual en superficies continuas a partir de distintos métodos de interpolación o modelado espacial de los datos. Tales análisis se desarrollan, en algunos casos, integrados en ArcGIS, si bien otros demandan de análisis adicionales que han de realizarse en paquetes estadísticos como SPSS, aunque en todos los casos requiere una evaluación posterior de su calidad, a partir del cálculo de una serie de estadísticos de error obtenidos a partir de muestras de datos independientes.
- 3.5.- Lenguajes de programación: Python, Scripting en ArcPy, programación con R. Software libre (GvSIG). Es una asignatura -íntimamente ligada a la siguiente, 3.6- que proporciona una visión general de las aplicaciones más utilizadas para la creación de herramientas específicas dentro de programas informáticos SIG y/o de pequeñas aplicaciones que permitan alguna de las funcionalidades específicas de esta TIG; se introduce al alumno, además, en el manejo de un software libre en SIG (GvSIG).
- 3.6.- Modelos paramétricos y no paramétricos. Es una asignatura que permite al estudiante conocer, comprender y aplicar tanto modelos paramétricos -Generalised Linear Models-, como no paramétricos -CART y Random Forest Analysis- estandarizados en el análisis de variables cualitativas. Aplicados con el programa estadístico de entorno libre R, se capacita al estudiante en las competencias requeridas para la utilización de los programas informáticos de código abierto.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Esta materia, situada temporalmente -junto a la denominada "Análisis de la información espacial: teledetección"- en mitad del curso, se desarrolla necesariamente tras haberse impartido "Nociones básicas sobre los SIG", así como la relativa al aprendizaje de ArcGIS (asignatura 1.2.- "Aprendizaje de programas: manejo básico de ArcGIS y ERDAS") y la que considera los procesos y métodos de obtención y organización de la información geográfica (especialmente las asignaturas 2.1, 2.5, 2.6 y 2.8). Constituye una de las materias fundamentales de la titulación, tiene carácter obligatorio y su finalidad última es capacitar al estudiante para la aplicación de métodos y técnicas de análisis espacial con SIG. Más concretamente, esta materia capacita al estudiante para generar, trabajar y modelar diferente información de índole espacial con el objeto de crear conocimiento con una rigurosa base científica para gestionar y solucionar problemas de naturaleza territorial, en aplicación a cuestiones de ordenación territorial y medioambiente. Por otra parte, los conocimientos teóricos e instrumentales adquiridos en esta materia facilitan la comprensión del bloque de asignaturas en las que se presentan diferentes áreas de aplicación de los SIG y que acercan al estudiante, junto al Trabajo Fin de Máster, al mundo profesional y/o de la investigación, para el que, en última instancia, se capacita al estudiante.

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

Competencia para aplicar con rigor los conocimientos, conceptos y técnicas adquiridos en la resolución de problemas en entornos nuevos o poco habituales (Competencia genérica 1).

- 2:** Competencia en el sentido crítico en el análisis, evaluación, síntesis y realización de propuestas sobre cuestiones innovadoras y complejas, incluyendo situaciones de falta de datos o de contradicción manifiesta entre los mismos (Competencia genérica 3).
- 3:** Competencia -solvencia y autonomía- en la resolución de problemas y en la toma de decisiones (Competencia genérica 4).
- 4:** Competencia -aptitud y capacidad- para trabajar en un equipos, para compartir conocimientos, información, instrumentación, etc. con otros usuarios en entornos mono- o multi-disciplinares y hacer aportaciones desde la propia disciplina (Competencia genérica 5).
- 5:** Competencia para acometer con solvencia de forma innovadora investigaciones básicas o aplicadas de nivel avanzado y para contribuir al desarrollo metodológico o conceptual de su especialidad (Competencia genérica 7).
- 6:** Competencia para para comunicar y mostrar los resultados y las valoraciones de naturaleza compleja o controvertida derivados de su trabajo intelectual tanto a públicos especializados como no especializados de forma clara y rigurosa (Competencia genérica 9).
- 7:** Competencia en el desarrollo de habilidades para fortalecer la capacidad de aprendizaje continuo y autónomo -con espíritu emprendedor y creatividad- en aras de su formación permanente (Competencia genérica 10).
- 8:** Competencia en la comprensión crítica de los fundamentos conceptuales y teóricos necesarios para el uso riguroso de las TIG (Competencia específica a).
- 9:** Competencia en el conocimiento sistemático y crítico del modelado de la información geográfica y su tratamiento para el análisis de las estructuras y dinámicas socioespaciales y de los problemas actuales territoriales y medioambientales (Competencia específica b).
- 10:** Competencia para seleccionar, aplicar y evaluar las metodologías y técnicas avanzadas más adecuadas en su aplicación a problemas de ordenación territorial y medioambiental (Competencia específica c).
- 11:** Competencia en la aplicación e integración de conocimientos sobre cuestiones complejas y novedosas en materia de ordenación territorial y ambiental mediante el uso de TIG (Competencia específica d).
- 12:** Competencia en la obtención de información de distintas fuentes (bibliografía, bases de datos, servidores cartográficos, servidores WebMapping, servidores de imágenes de satélite on-line, etc.), seleccionarla, organizarla y analizarla de una manera crítica para poder evaluar su utilidad y fiabilidad (Competencia específica e).
- 13:** Competencia para la gestión (toma de decisiones, evaluación de problemas, búsqueda de soluciones, formulación de objetivos, planificación del trabajo, uso eficiente y racional del tiempo y recursos disponibles, etc.) dentro del ámbito aplicado de las tecnologías de la información geográfica (Competencia específica f).
- 14:** Competencia en la utilización de manera precisa y a nivel avanzado del vocabulario, la terminología y la

nomenclatura propios de las tecnologías de la información geográfica (Competencia específica g).

**15:**

Competencias numéricas y de cálculo, incluyendo análisis estadísticos y geoestadísticos avanzados (Competencia específica h).

**16:**

Competencia en el manejo diestro de recursos informáticos específicos de las TIG (Competencia específica i).

**17:**

Competencia en la planificación conceptual, el diseño formal y el desarrollo de aplicaciones operativas programadas mediante el manejo de lenguajes informáticos (Competencia específica k).

**18:**

Competencia en la capacidad para comprender el valor y las limitaciones del método de trabajo científico-técnico, incentivando la autocrítica (Competencia específica n).

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Es de tal magnitud la importancia de los resultados de aprendizaje de esta materia -pues se identifican, dado el carácter nuclear que ocupa en el plan de estudios, con los del máster en su conjunto- que resulta ocioso su argumentación. En definitiva, las asignaturas que conforman esta materia, juntamente con las que conforman la denominada "Análisis de la información geográfica: teledetección", dotan al estudiante de las competencias específicas fundamentales de la titulación, centrándose en las operaciones de análisis espacial mediante SIG, incorporando las herramientas conceptuales e instrumentales necesarias para ello.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

Primera convocatoria:

El estudiante puede optar por la EVALUACIÓN CONTINUA -lo que es altamente recomendable dada la naturaleza y las características del título- o por la EVALUACIÓN GLOBAL. En ambos casos, la evaluación se basa en el mismo tipo de pruebas y con idénticos criterios de evaluación, si bien en el caso de la global se desarrolla en el período oficial de evaluación establecido en el calendario académico de la Universidad de Zaragoza, mientras que la evaluación continua se lleva a cabo dentro del período de clases.

Esta materia se evalúa separadamente en función de las asignaturas que la componen, que participan en la calificación final en función de la dedicación en créditos ECTS correspondiente a cada parte:

- 3.1. Análisis espacial básico: búsquedas e interrogaciones, criterios espaciales y temáticos, generalización; funciones básicas de reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad: 30%.
- 3.2. Análisis espacial avanzado: modelos digitales del terreno: 12%.
- 3.3. Análisis espacial avanzado: análisis de redes: 9%.
- 3.4. Análisis espacial avanzado: interpolaciones: 12%.
- 3.5. Lenguajes de programación: Python, Scripting en ArcPy, programación con R. Software libre (GvSIG): 25%.
- 3.6. Modelos paramétricos y no paramétricos: 12%.

La evaluación consiste en diversas pruebas, de naturaleza distinta, que se detallan en los apartados siguientes por asignaturas.

**2:** Respecto de la asignatura 3.1.- " Análisis espacial básico: búsquedas e interrogaciones, criterios espaciales y temáticos, generalización; funciones básicas de reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad " la evaluación consiste en:

- Ejercicio individual mediante una prueba escrita (50% de la evaluación final) que incluirá:
  - Preguntas de respuesta abierta y de extensión media relativas a los aspectos teóricos de la asignatura (50% de la calificación de la prueba escrita).
    - Criterio de evaluación: dominio de los conceptos manejados, concreción y precisión de las definiciones, empleo correcto de la terminología y de los ejemplos utilizados.
  - Resolución, sin concurso del ordenador, de un caso concreto mediante el desarrollo de un modelo cartográfico en el que se integren las funciones de análisis adecuadas y los resultados previstos (50% de la calificación de la prueba escrita).
    - Criterio de evaluación: concreción y grado de estructuración, coherencia de la argumentación, originalidad y claridad, selección y adecuación de las funciones de análisis.
- Ejercicios prácticos (50% de la evaluación final) que incluirán:
  - Ejercicios propuestos por el profesor y resueltos individualmente mediante el desarrollo de un modelo cartográfico en el que se integre el proceso analítico, las funciones necesarias y los resultados, así como las explicaciones precisas para su correcto entendimiento (50% de la calificación de los ejercicios prácticos).
  - Trabajo en grupo (2 personas). Propuesta y resolución de un caso mediante un planteamiento conceptual y su modelo cartográfico. Se expondrá y discutirá ante la clase durante un tiempo máximo de 15 minutos (50% de la calificación de los ejercicios prácticos).

**3:** Respecto de la asignatura 3.2.- "Análisis espacial avanzado: modelos digitales del terreno" la evaluación se basa en la realización de un ejercicio práctico que consistirá en la elaboración de un MDE a partir de la cartografía topográfica digital a escala 1/5.000. En este ejercicio se deberá desarrollar los siguientes apartados (100% de la evaluación final):

- Análisis de los datos topográficos originales y criterios para su selección y corrección de posibles errores.
- Generación de MDE por los métodos más usuales y determinación del más adecuado de acuerdo a los estándares de precisión y a la evaluación del error observado.
- Criterios de evaluación: uso correcto de la terminología, claridad, concreción y grado de estructuración del proceso, coherencia en la argumentación y en la toma de decisiones.

**4:** Respecto de la asignatura 3.3.- "Análisis espacial avanzado: análisis de redes" la evaluación se basa en la realización de un trabajo en equipo que incluya al menos los siguientes aspectos (100% de la calificación final):

- Preparación de las bases cartográficas para su trabajo mediante sistemas de análisis de redes.
- Práctica con redes de tipo directo.
- Práctica con redes de tipo indirecto.
  - Criterios de evaluación: Conocimiento de los conceptos básicos, rigor en la aplicación del sistema, corrección de los análisis realizados.

Los estudiantes no presenciales deberán comunicarlo al principio de la asignatura y asistir a una tutoría con el profesor en la que se les indicará el trabajo a realizar, que tendrá los mismos requerimientos competenciales que las actividades indicadas en los puntos anteriores.

**5:** Respecto de la asignatura 3.4.- "Análisis espacial avanzado: interpolaciones" la evaluación consiste en:

- Prueba escrita de cuestiones relacionadas con los conceptos explicados en las clases teórico-prácticas presenciales (60% de la calificación final).
  - Criterios de evaluación: capacidad de síntesis, claridad de exposición y redacción, precisión en el manejo de los conceptos propios de la materia, y grado de comprensión y asimilación de conceptos.
- Realización y exposición de un trabajo/informe individual, relacionado con la parte de la asignatura dedicada a resolución de problemas y casos prácticos (40% de la calificación final).
  - Criterios de evaluación: capacidad de síntesis, claridad de exposición y redacción, precisión en el manejo de los conceptos propios de la materia, grado de comprensión y asimilación de conceptos y resultados de

la validación.

**6:**

Respecto de la asignatura 3.5.- "Lenguajes de programación: Python, Scripting en ArcPy, programación con R. Software libre (GvSIG)" la evaluación se basa en la realización de cuatro ejercicios prácticos que consistirán en (100% de la calificación final):

- Ejercicio de programación en Python a partir de instrucciones del profesor para un supuesto hipotético (30% de la evaluación final).
- Ejercicio de programación de un script en entorno ArcPy (30% de la evaluación final).
- Programación de una rutina en R (30% de la evaluación final).
- Ejercicio práctico de manejo de GvSIG a partir de un supuesto facilitado por el profesor (10% de la evaluación final).
  - Criterios de evaluación: dominio de los conceptos básicos, rigor en su aplicación, corrección de los programas y módulos realizados.

**7:**

Respecto de la asignatura 3.6.- "Modelos paramétricos y no paramétricos" la evaluación se basa en la realización de un ejercicio práctico que consistirá en (100% de la calificación final):

- Aplicación de los métodos paramétricos y no paramétricos -GLM, CART y *Random Forest Analysis*- a un supuesto planteado por el profesor.
  - Criterios de evaluación: dominio de los conceptos básicos, rigor en su aplicación, corrección de los análisis aplicados.

**8:**

Los estudiantes no presenciales y aquellos que no hayan realizado la prueba escrita en el primer período de evaluación de los tres que se desarrollan en el máster, disponen de la convocatoria oficial; en tal caso, el tipo de ejercicio individual de examen tendrá idénticas características que las referidas en el punto anterior. Quienes no hayan superado la asignatura en la primera convocatoria dispondrán de la segunda (septiembre), con una prueba escrita del mismo tipo.

**9:**

Segunda convocatoria:

Los estudiantes que no hayan realizado -o no hayan superado- la evaluación en la primera convocatoria -sea en modalidad de evaluación continua o global- disponen de la segunda convocatoria oficial. En este caso, el estudiante se somete, necesariamente, a una evaluación global en septiembre, que se basa en el mismo tipo de pruebas y con idénticos criterios que la evaluación global desarrollada en la primera convocatoria, todo ello dentro del período oficial de evaluación establecido en el calendario académico de la Universidad de Zaragoza.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Esta materia tiene un carácter eminentemente práctico y se fundamenta en la explicación por parte del profesor, para cada una de las asignaturas, de un conjunto de principios teórico-prácticos que son posteriormente aplicados por los alumnos en clase con materiales proporcionados por el profesor. De esta forma, se combinan explicaciones del profesor -clase magistral- en las que se presentan, explican y se fundamentan los conceptos teóricos, con sesiones de carácter más colaborativo y con la aplicación práctica a datos reales. Las tareas de aplicación son siempre tutorizadas por el profesor, que es el que muestra, en cada momento, las distintas opciones del programa informático utilizado para concretar cada uno de los pasos considerados en la parte teórica, explicando y reflexionando sobre cada uno de ellos. Una vez terminados, se ofrece una explicación del resultado obtenido y de cómo este puede ser utilizado en trabajos prácticos reales.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

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

**1:**

Para la asignatura 3.1.- "Análisis espacial básico: búsquedas e interrogaciones, criterios espaciales y temáticos, generalización; funciones básicas de reclasificación, superposición, vecindad y distancia y conectividad":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos del temario de la asignatura. La explicación teórica y actividades prácticas están íntimamente relacionadas y, por tanto, se desarrollan de forma imbricada en el marco de las sesiones teórico-prácticas (35 horas presenciales):
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno (40 horas no presenciales), que se apoya en:
  - Resolución de casos prácticos (actividad evaluable).
  - Estudio personal: asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura (preparación de la prueba escrita).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 2 horas por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (1 hora, véase Actividades de evaluación).

**2:**

Para la asignatura 3.2.- "Análisis espacial avanzado: modelos digitales del terreno":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos del temario de la asignatura. La explicación teórica y actividades prácticas están íntimamente relacionadas y, por tanto, se desarrollan de forma imbricada en el marco de las sesiones teórico-prácticas (15 horas presenciales):
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno (25 horas no presenciales), que se apoya en:
  - Elaboración de un modelo digital de elevaciones a partir de cartografía digital a escala 1/5.000 (actividad evaluable).
  - Estudio personal: asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura.
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 2 horas por alumno).

**3:**

Para la asignatura 3.3.- "Análisis espacial avanzado: análisis de redes":

- Clases teórico-prácticas con el profesor en las que se explicarán los aspectos básicos del temario de la asignatura (9 horas presenciales).
- Actividades de aprendizaje cooperativo informal en las que los alumnos realizan tareas breves indicadas por el profesor (1 hora presencial).
- Trabajo con tutoriales de programas SIG que ofrezcan a los alumnos la posibilidad de aprendizaje autónomo de herramientas informáticas (1 hora presencial y 3 horas no presenciales).
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno (7 horas no presenciales).
- Elaboración de un trabajo en equipo relativo a los fundamentos básicos del análisis de redes y su aplicación a casos reales (10 horas no presenciales).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 1 hora por alumno).

**4:**

Para la asignatura 3.4.- "Análisis espacial avanzado: interpolaciones":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos del temario de la asignatura (15 horas presenciales):
  - Sesión sobre interpolación y ejemplos de trabajos y proyectos de investigación en que se utiliza la información resultante de procesos de interpolación-modelización espacial de variables ambientales (1 hora presencial).
  - Sesión teórico-práctica sobre sobre los métodos locales de interpolación (2 horas presenciales).
  - Sesión teórico-práctica sobre sobre los métodos geoestadísticos de interpolación (3 horas presenciales).
  - Sesión teórico-práctica sobre sobre métodos globales y métodos mixtos (4 horas presenciales).
  - Sesión teórico-práctica sobre la corrección de la modelización espacial de variables climática a partir de los residuales (1 hora presencial).
  - Sesión teórico-práctica sobre la validación-selección de cartografías a partir del cálculo y evaluación de estadísticos de error: MAE y RMSE (1 hora presencial).
  - Sesión teórico-práctica para la elaboración del trabajo práctico objeto de evaluación (2 horas no presenciales).

presenciales).

- Estudio personal - trabajo autónomo (16 horas no presenciales).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 1 horas por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (1 hora, véase Actividades de evaluación).

**5:**

Para la asignatura 3.5a.- "Lenguajes de programación: Python, Scripting en ArcPy, programación con R. Software libre (GvSIG)":

- Clases teórico-prácticas con el profesor en las que se explicarán los aspectos básicos del temario de la asignatura (5 horas presenciales).
- Actividades de aprendizaje cooperativo informal en las que los alumnos realizan tareas breves indicadas por el profesor (15 horas presenciales).
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno para la elaboración de los trabajos objeto de evaluación (44 horas no presenciales).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 1,5 horas por alumno).

Para la asignatura 3.5b.- "Software libre (GvSIG)":

- Clases teórico-prácticas con el profesor en las que se revisarán y aplicarán los aspectos básicos de manejo de GvSIG (10 horas presenciales).
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno para la elaboración del trabajo objeto de evaluación (10 horas no presenciales).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 0,5 horas por alumno).

**6:**

Para la asignatura 3.6.- "Modelos paramétricos y no paramétricos":

- Clases teórico-prácticas con el profesor en las que se explicarán los aspectos básicos del temario de la asignatura (5 horas presenciales).
- Actividades de aprendizaje cooperativo informal en las que los alumnos realizan tareas breves indicadas por el profesor en torno a supuestos de aplicación (10 horas presenciales).
- Estudio personal - trabajo autónomo del alumno para la elaboración del trabajo objeto de evaluación (25 horas no presenciales).
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 1 hora por alumno).

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La materia se imparte con posterioridad a las asignaturas de la materia "Obtención y organización de la información geográfica", de la que es lógica secuencia, y una vez impartidas las asignaturas "1.4. Nociones básicas sobre los SIG" y "1.2a. Aprendizaje de programas: manejo básico de ArcGIS", en las que el alumno habrá adquirido los conocimientos teórico-prácticos fundamentales de esta TIG y las destrezas básicas del programa informático SIG empleado. Además, señalar que esta materia se sitúa también antes de las asignaturas "Aplicaciones de las TIG a la ordenación del territorio: medio ambiente" y "Aplicaciones de las TIG a la ordenación del territorio: medio socioeconómico", donde se muestran algunas de las aplicaciones en el ámbito investigador y profesional de los SIG.

Los trabajos prácticos de las asignaturas de este módulo deberán entregarse antes de la realización de sus correspondientes pruebas escritas, que se desarrolla en el segundo período de evaluación de los tres que se suceden en el máster a lo largo del curso académico. No obstante, quienes no lo hayan entregado en ese momento, podrán hacerlo antes de la primera convocatoria oficial (junio) o en la segunda (septiembre).

## Temario de la asignatura 3.1

### Temario de la asignatura

1. Análisis espacial y SIG.
2. Análisis espacial con datos vectoriales

- Búsquedas e interrogaciones: criterios espaciales y temáticos.
- Relaciones de distancia, tipología de corredores (buffers), redes de Voronoi-polígonos de Thiessen
- Geoprocесamiento: extracción, superposición (Union, intersección...) y generalización (dissolve...)

3. Análisis y modelado con datos raster.

- Operaciones de reclasificación, de superposición, de distancia y vecindad
- Álgebra de mapas: elementos y sintaxis. Operadores y funciones de Spatial Analyst.
- Clasificación de las funciones según su alcance espacial: locales, focales, zonales y globales.

4. Introducción a las técnicas de evaluación multicriterio mediante SIG

## **Temario de la asignatura 3.2**

### **Temario de la asignatura**

1. Concepto de MDT y MDE. Tipos de modelos.
2. Generación de Modelos Digitales de Elevaciones.
3. Análisis del error en los MDEs.
4. Modelos derivados.

## **Temario de la asignatura 3.3**

### **Temario de la asignatura**

1. Definición
2. Conceptos básicos
3. Edición y preparación de una red
4. Tipos de redes
  - Redes directas
  - Redes indirectas

## **Temario de la asignatura 3.4**

### **Temario de la asignatura**

1. Fundamentos teóricos básicos de la interpolación.
2. Interpoladores exactos e inexactos.
3. Los métodos locales de interpolación: inverso a la distancia, funciones radiales o splines y polígonos de Thiessen.
4. Los métodos globales de interpolación: las superficies de tendencia y los modelos de regresión.
5. Los métodos mixtos.
6. Validación cruzada y validación mediante la reserva de una muestra independiente. Estadísticos de error.

## **Temario de la asignatura 3.5**

### **Temario de la asignatura**

1. Python:
  - Historia de los lenguajes de programación.
  - Descripción del entorno de desarrollo.
  - Elementos básicos de programación I:
    - Evento.
    - Objeto / clase / instancia.
  - Elementos básicos de programación II:

- Expresiones 5>4, 5+3.
- Constantes.
- Variables.
- Operadores.
- Estructuras de flujo y control

## 2. Arcpy:

- ¿Qué se puede hacer con ArcPy?
- Scripting en ArcPy
- Automatización de geoprocesos
- Objetos Principales.
- Entorno de desarrollo de VBA.

## 3. Programación con R:

- Historia de la implementación del lenguaje computacional S utilizado en el *open-source software R*.
- Principios básicos del modelado estadístico con R.
- El uso de R por elaboraciones en entorno SIG.

# Temario de la asignatura 3.6

## Temario de la asignatura

1. Principios de creación del modelo estadístico, su calibración, implementación y validación.
2. Implementaciones de modelos no-paramétricos como *"Classification and Regression Tree"* y *"Random Forest"* para clasificaciones y pronósticos.
3. Implementaciones de modelos *"Random Forest"* para el desarrollo de procesos de clasificación de imagen digital de satélite.
4. Implementaciones de modelos paramétricos como *"Regresión logística binaria"* para la modelización probabilística del riesgo y la probabilidad de ocurrencia.
5. Automatización de procesos de modelado estadístico-espacial.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bernardsen, Tor. Geographic information systems : an introduction / Tor Bernardsen . 3rd ed. New York : John Wiley & Sons, cop. 2002
- Bosque Sendra, Joaquín. Sistemas de información geográfica / Joaquín Bosque Sendra . - 2a. ed. corr. Madrid : Rialp, 1997
- Bosque Sendra, Joaquín. Sistemas de información geográfica / Joaquín Bosque Sendra . - [1a ed.] Madrid : Rialp, 1992
- Buzai, Gustavo D.. Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica. Tomo 1, Perspectiva científica. Temáticas de base raster / Gustavo d. Buzai y Claudia A. Baxendale Buenos Aires : Lugar, 2011
- Comas, David. Fundamentos de los sistemas de información geográfica / David Comas y Ernest Ruiz Barcelona : Ariel, 1993
- Geographic information system and science / Paul A. Longley [et. al] . - 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, cop. 2005
- Geographic information system and science / Paul A. Longley [et. al] . 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, cop. 2005
- Geospatial Analysis : A Comprehensive Guide to Principles : Techniques and Software Tools / P. Longley, M. Smith y M. Goodchild Leicester : Matador, 2007
- Gómez Delgado, Montserrat. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio / Montserrat Gómez Delgado, José Ignacio Barredo Cano . - 2<sup>a</sup> ed. actualizada Madrid : Ra-ma, 2005
- Gutiérrez Puebla, Javier. SIG : Sistemas de Información Geográfica / Javier Gutiérrez Puebla, Michael Gould . Madrid : Síntesis, D.L. 1994
- Gutiérrez Puebla, Javier. SIG : Sistemas de Información Geográfica / Javier Gutiérrez Puebla, Michael Gould . 1a. reimpr Madrid : Síntesis, 2000
- Mitchell, Andy. The ESRI guide to GIS analysis. V. 1. Geographic patterns & relationships / Andy Mitchell. Redlands, Calif. : ESRI Press, cop. 1999
- Mitchell, Andy. The ESRI guide to GIS analysis. V. 2. Spatial measurements & Statistics / Andy Mitchell. Redlands (California) : ESRI, 2009
- Moreno Jiménez, A.. Sistemas y Análisis de la Información Geográfica / A. Moreno Jiménez (coord.). Madrid : Ra-ma, 2007
- Quirós Hernández, M.. Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) : Cartografía, fotointerpretación, teledección y SIG / M. Quirós Hernández Salamanca : Ediciones Universidad de Salamanca, 2011
- SIG y localización óptima de instalaciones y equipamientos / coordinadores, Joaquín Bosque Sendra, Antonio Moreno Jiménez Madrid : Ra-ma, D.L. 2004

- Sistemas y análisis de la información geográfica : manual de autoaprendizaje con ArcGIS / Coordinador, Antonio Moreno Jiménez ; autores, Rosa Cañada Torrecillas ... [et al.] . - 2<sup>a</sup> ed. Madrid : Ra-Ma, 2007
- Wade and Sommer / A to Z GIS : An illustrated dictionary of geographic information systems Redlands : ESRI Press, 2001