

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

60403 - Análisis de la información geográfica: teledetección

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 12.5

Información básica

Profesores

- **Fernando Pérez Cabello** fcabello@unizar.es
- **Juan Ramón de La Riva Fernández** delariva@unizar.es
- **Raquel Montorio Lloveria** montorio@unizar.es
- **Marcos Rodrigues Mimbrero** rmarcos@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta materia tiene un carácter eminentemente práctico, pues está basada -en la aplicación en la mayor parte de las horas presenciales de clase- en 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 ésto, es importante que el alumno invierta adecuadamente el tiempo destinado a su trabajo personal, afianzando debidamente las competencias y los contenidos básicos del módulo. Para ello, el material aportado por el profesor a través del ADD -las presentaciones de clase- constituye una ayuda a la actividad de aprendizaje que debe ser completada por la bibliografía facilitada por el profesor, haciendo así posible 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 tienen lugar en el tercer y último período de evaluación de los 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 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:

Describe los elementos y técnicas de análisis visual de imágenes digitales y conoce los proyectos cartográficos en los que se ha empleado la interpretación visual como procedimiento para la extracción de información.

2:

Es capaz de aplicar las técnicas de interpretación visual a imágenes espaciales en conexión con sistemas CAD y SIG.

3:

Explica los aspectos teóricos y las distintas fases del proceso de corrección radiométrica de imágenes procedentes de sensores pasivos.

4:

Argumenta razonadamente los fundamentos teóricos de las técnicas de generación de neocanales espectrales, el análisis de componentes principales, la transformación *Tasseled-cap* y los cocientes e índices de vegetación.

5:

Conoce y aplica las técnicas de realce de imágenes mediante la aplicación de filtros espaciales.

6:

Explica los conceptos fundamentales de las técnicas de fusión que permiten integrar imágenes de distinta resolución espacial.

7:

Es capaz de corregir radiométricamente imágenes procedentes de sensores pasivos, emplear adecuadamente técnicas para la generación de canales artificiales de información espectral y aplicar técnicas de fusión de imágenes de diferente resolución espacial.

8:

Comprende la base teórica de los métodos de segmentación de imágenes y del análisis multitemporal de imágenes de satélite.

9:

Emplea adecuadamente las herramientas y módulos de clasificación digital y análisis multitemporal del programa de tratamiento digital de imágenes ERDAS.

10:

Explica las características de las imágenes hiperespectrales y radar y de los datos LiDAR, así como los fundamentos teóricos para su interpretación y aplicación.

11:

Es capaz de aplicar tratamientos a datos procedentes de sensores activos -radar y LiDAR- para su visualización y análisis, así como técnicas hiperespectrales para la extracción de información; en ambos casos empleando con éxito programas informáticos específicos.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta materia obligatoria constituye, junto con la denominada "Análisis de la información geográfica: SIG", el núcleo fundamental del máster, por cuanto tiene como objetivo capacitar al estudiante en la aplicación adecuada de las funciones de análisis sobre información procedente de teledetección. En definitiva, incluye la consideración de las bases, competencias y destrezas fundamentales que permitan al alumno afrontar con éxito todo lo relacionado con la teledetección en un nivel avanzado de tratamiento. En este sentido, se analizan los fundamentos teóricos del análisis visual y del tratamiento digital de imágenes de satélite, incluyendo los procesos de corrección radiométrica, los métodos de segmentación y el análisis multitemporal de imágenes de satélite. También se explican las características y el tratamiento de otro tipo de imágenes, tales como las hiperespectrales o las procedentes de sensores activos (radar, LiDAR), al tiempo que se instruye al alumno en el aprendizaje de las herramientas informáticas necesarias para su tratamiento. Para ello, la

materia se articula en cinco asignaturas:

- 4.1.- Análisis visual de imágenes de teledetección.
 - En esta asignatura se explican los aspectos específicos del análisis visual de imágenes y se presentan proyectos cartográficos en los que se han empleado estos métodos. Además, se prepara al alumno en el manejo de técnicas de fotointerpretación asistida por ordenador con imágenes Landsat ETM.
- 4.2.- Tratamiento digital avanzado de imágenes de teledetección.
 - Se analizan y aplican diversas técnicas de tratamiento digital avanzado de imágenes de satélite (corrección radiométrica, realces espaciales, generación de canales artificiales, fusión de imágenes).
- 4.3.- Clasificación digital y análisis multitemporal de imágenes espaciales.
 - Esta asignatura introduce los conceptos teóricos de la categorización de imágenes de satélite, presenta los métodos de clasificación (supervisado, no supervisado, mixtos, orientado a objetos) y describe las principales técnicas de análisis multitemporal y detección de cambios. Tanto en clasificación como en análisis multitemporal se emplean los módulos, herramientas y protocolos de comandos del programa de tratamiento digital de imágenes ERDAS.
- 4.4.- Interpretación de las imágenes radar.
 - La asignatura introduce al alumno en la comprensión, interpretación y tratamiento informático de imágenes radar, adquiridas mediante sensores activos.
- 4.5.- Interpretación de imágenes hiperespectrales.
 - Esta asignatura persigue que el alumno quede capacitado para interpretar y trabajar digitalmente imágenes hiperespectrales adquiridas mediante sensores aerotransportados y satelitales.
- 4.6.- Interpretación de las imágenes LiDAR.
 - La asignatura introduce al alumno en la comprensión del funcionamiento de los sistemas sensores activos láser y en la interpretación, tratamiento informático y extracción de información de imágenes adquiridas mediante sensores láser aeroportados.

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: teledetección" ocupa un puesto nuclear, por cuanto tiene como objetivos:

- Capacitar al alumno en las técnicas de interpretación visual asistida por ordenador de imágenes de satélite.
- Dotar al alumno de los conocimientos teóricos y las destrezas instrumentales imprescindibles para el preprocesamiento de imágenes de satélite.
- Preparar al alumno en los procesos digitales de clasificación -supervisada, no supervisada, orientada a objetos- y en la aplicación de técnicas multitemporales, empleando las funciones y herramientas implementadas en programas informáticos.
- Dotar al alumno de los necesarios conocimientos teórico-metodológicos y de las destrezas operativas para la interpretación de imágenes hiperespectrales y de datos procedentes de sensores activos (radar, LiDAR), así como para la aplicación sobre ellas de una serie de técnicas -tanto básicas como complejas- específicas.
- Capacitar al alumno en los procesos de integración de imágenes adquiridas con sensores remotos (activos, pasivos, multiespectrales e hiperespectrales) en todo tipo de trabajos y aplicaciones en las que esta fuente de información puede resultar útil para las tareas de análisis territorial.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta materia, situada temporalmente -junto a la denominada "Análisis de la información espacial: SIG"- en mitad del curso, se desarrolla necesariamente tras haberse impartido "Fundamentos de teledetección", así como la relativa al aprendizaje de ERDAS (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 2.3, 2.4, y 2.7).

Constituye una de las materias fundamentales de la titulación, tiene carácter obligatorio y su finalidad última es que el

estudiante adquiera conocimientos teóricos y prácticos imprescindibles en el manejo avanzando de imágenes procedentes de sensores -de muy diferente naturaleza y aplicabilidad- para la interpretación y extracción de información temática y biofísica. Además, aprovechando la diferente resolución geométrica y la dimensión temporal de los productos derivados de los sensores a bordo de plataformas satelitales, la información derivada puede aplicarse a diferentes escalas espacio-temporales.

Por otra parte, los conocimientos teóricos e instrumentales adquiridos en esta materia facilitan la comprensión del bloque último de asignaturas del máster, en el que se presentan diferentes ámbitos de aplicación de la teledetección y que acercan al estudiante, junto al Trabajo Fin de Máster, al mundo profesional y/o de la investigación, para el que se capacita al estudiante en última instancia.

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

1:

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 equipo, 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 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).

7:

Competencia en la comprensión crítica de los fundamentos conceptuales y teóricos necesarios para el uso riguroso de las TIG (Competencia específica a).

8:

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).

9:

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).

10:

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).

11:

Competencia en la utilización de manera precisa y a nivel avanzado del vocabulario, la terminología y la nomenclatura propios de las TIG (Competencia específica g).

12:

Competencias numéricas y de cálculo, incluyendo análisis estadísticos y geoestadísticos avanzados

(Competencia específica h).

13:

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

14:

Competencia en la interpretación de la información procedente de sensores satelitales y aeroportados, ya sea de forma manual o mediante procedimientos informáticos (Competencia específica l).

15:

Competencia para extraer información temática-categórica de naturaleza espacial a partir de imágenes de teledetección y valorar su precisión (Competencia específica m).

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

El tratamiento avanzado de imágenes procedentes de diferentes sensores y satélites (ópticos, radar, hiperespectrales) se erige como uno de los activos principales del itinerario formativo del máster en relación con las técnicas de teledetección. De manera más específica, siguiendo la secuencia de aprendizaje definida por la sucesión temporal de las asignaturas que conforman esta materia, en los siguientes párrafos se detalla la importancia de los resultados de aprendizaje perseguidos.

- En relación con la asignatura 4.1, el conocimiento de las técnicas de interpretación visual representa una fase complementaria en el proceso tecnológico de la información geográfica y, concretamente, en la labor interpretativa de las imágenes de satélite.
- En relación con la asignatura 4.2, la aplicación correcta de los pretratamientos sobre las imágenes de satélite, que eliminan las anomalías ocasionadas durante su adquisición por los distintos sensores, es un paso previo ineludible para poder utilizarlas en tareas de análisis y modelado territorial y medioambiental.
- En relación con la asignatura 4.3, la cartografía temática y la determinación de cambios son dos de los productos más importantes que se pueden derivar de las imágenes de satélite. En este sentido, el alumno aprende los conceptos teóricos básicos y el manejo de recursos informáticos para explotar la información multiespectral de las imágenes, así como el carácter cíclico de las imágenes y su utilización en el seguimiento de fenómenos dinámicos.
- En relación con las asignaturas 4.4 y 4.6, la correcta interpretación de los datos capturados por sensores activos (radar LiDAR) y el dominio de las técnicas básicas para su tratamiento permiten al alumno incorporar y utilizar este tipo de información en tareas de análisis y modelado territorial y medioambiental.
- En relación con la asignatura 4.5, el dominio de las técnicas de tratamiento de imágenes hiperespectrales permite al alumno incorporar y utilizar este tipo de imágenes en tareas de análisis y modelado territorial y medioambiental.

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.

La calificación final de la materia se obtiene de la media ponderada en función de los ECTS de las calificaciones obtenidas en cada asignatura.

- 4.1.- Análisis visual de imágenes de teledetección: 12%.
- 4.2.- Tratamiento digital avanzado de imágenes de teledetección: 21%.

- 4.3.- Clasificación digital y análisis multitemporal de imágenes espaciales: 28%.
- 4.4.- Interpretación de las imágenes radar: 15%.
- 4.5.- Interpretación de imágenes hiperespectrales: 12%.
- 4.6.- Interpretación de imágenes LiDAR: 12%.

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

2:

Respecto a la asignatura 4.1. "Análisis visual de imágenes de teledetección", la evaluación consiste en:

- Trabajo práctico entregado por el alumno, relativo a la labor de fotointerpretación -sobre pantalla- de un área de estudio determinada (100% de la evaluación final).
 - Criterios de evaluación:
 - Porcentaje de fotointerpretación de la imagen (mínimo 25% de la imagen).
 - Calidad de dibujo de los polígonos (número de vértices que definen cada uno de ellos, ajuste a las manchas de la imagen).
 - Rigor y precisión a la hora de clasificar cada polígono en alguna categoría Corine-Land Cover 2000 (5 niveles).
 - Criterios complementarios: creación de una geodatabase organizada (Arc-Catalog), consideración de la mínima unidad cartografiable, ausencia de *sliver*, topología consistente, etc.

3:

Respecto a la asignatura 4.2 "Tratamiento digital avanzado de imágenes de teledetección", la evaluación consiste en la realización de las siguientes pruebas:

- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba escrita- para la valoración del resultado final del aprendizaje (60% de la calificación final), mediante preguntas de respuesta abierta de corta extensión relativas a aspectos teórico-prácticos del temario.
 - Criterios de evaluación: dominio de los contenidos propios de la asignatura, empleo correcto de la terminología, exactitud de los conceptos y congruencia de las argumentaciones.
- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba práctica- para la valoración del resultado final del aprendizaje (40% de la calificación final), mediante la aplicación de un proceso de corrección radiométrica a una imagen de satélite.
 - Criterios de evaluación: dominio de los contenidos propios de la asignatura, empleo correcto de la terminología, exactitud de los conceptos y aspectos formales de presentación de la memoria explicativa del proceso de corrección radiométrica que acompañará a la imagen final.

4:

Respecto a la asignatura 4.3 "Clasificación digital y análisis multitemporal de imágenes espaciales", la evaluación consiste en la realización de la siguiente prueba:

- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba práctica- para la valoración de los resultados de aprendizaje (100% de la calificación final), que incluye la aplicación de un proceso de clasificación digital supervisado y la entrega de una memoria técnica en donde se describan las diferentes fases del proceso y los resultados de la verificación.
 - Criterios de evaluación: calidad y exactitud de la cartografía temática derivada del proceso de clasificación, calidad de las memorias técnicas (dominio de los contenidos, empleo correcto de la terminología y aspectos formales de presentación de la memoria), indicadores del proceso de verificación.

5:

Respecto a la asignatura 4.4 "Interpretación de las imágenes radar", la evaluación consiste en la realización de las siguientes pruebas:

- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba escrita- para la valoración del resultado final del aprendizaje (60% de la calificación final). La prueba escrita está compuesta por preguntas de respuesta abierta de corta extensión y por preguntas tipo test de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del temario de la asignatura.
 - Criterios de evaluación: dominio de los contenidos propios de la asignatura, empleo correcto de la terminología, exactitud de los conceptos, congruencia de las argumentaciones.
- Ejercicio de evaluación final de la asignatura -prueba práctica por grupos de dos o tres alumnos- para la valoración del resultado final del aprendizaje (40% de la calificación final), mediante la aplicación de un proceso de calibración y georreferenciación sobre una imagen radar teniendo en cuenta la aplicación de los conceptos teóricos y prácticos de estos tratamientos explicados y utilizados en las clases teórico-prácticas

de la asignatura.

- Criterios de evaluación: caracterización de la imagen inicial, líneas de comandos utilizadas, corrección de los ficheros de cabecera obtenidos a lo largo del proceso y exactitud de la imagen georreferenciada. Se valorará también el dominio de los contenidos propios de la asignatura, el empleo correcto de la terminología, la exactitud de los conceptos y los aspectos formales de presentación de la memoria que acompañará a la imagen final.

6:

Respecto a la asignatura 4.5 "Interpretación de imágenes hiperespectrales", la evaluación consiste en la realización de las siguientes pruebas:

- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba escrita- para la valoración del resultado final del aprendizaje (60% de la calificación final), mediante preguntas de respuesta abierta de corta extensión relativas a aspectos teórico-prácticos del temario de la asignatura.
 - Criterios de evaluación: dominio de los contenidos propios de la asignatura, empleo correcto de la terminología, exactitud de los conceptos, congruencia de las argumentaciones.
- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba práctica- para la valoración del resultado final del aprendizaje (40% de la calificación final), mediante la aplicación de un proceso de clasificación digital sobre una imagen hiperespectral.
 - Criterios de evaluación: dominio de los contenidos propios de la asignatura, empleo correcto de la terminología, exactitud de los conceptos y aspectos formales de presentación de la memoria explicativa que acompañará a la imagen resultado.

7:

Respecto a la asignatura 4.6 "Interpretación de las imágenes LiDAR", la evaluación consiste en la realización de las siguientes pruebas:

- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba escrita- para la valoración del resultado final del aprendizaje (60% de la calificación final), que incluye la realización de un test de opción múltiple con preguntas relativas a aspectos teórico-prácticos del temario de la asignatura.
- Ejercicio individual de evaluación final de la asignatura -prueba práctica- para la valoración del resultado final del aprendizaje (40% de la calificación final), que incluye la aplicación de un proceso de visualización, interpretación y tratamiento de una imagen LiDAR teniendo en cuenta la aplicación de los conceptos teóricos y prácticos explicados y utilizados en las clases teórico-prácticas de la asignatura.
 - Criterios de evaluación: corrección en la utilización de herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso, así como en los ficheros de resultados de cada uno de los pasos que se incluyen en el mismo. Además, se valorará el dominio de los contenidos propios de la asignatura, el empleo correcto de la terminología, la exactitud de los conceptos y los aspectos formales de presentación de la memoria que acompañará a los ficheros de resultados.

8:

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 que les son proporcionados. 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 quien 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 los análisis, se ofrece una explicación del resultado obtenido y de cómo este puede ser utilizado en trabajos de aplicación práctica.

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:

Actividades de aprendizaje para la asignatura 4.1.- "Análisis visual de imágenes de teledetección":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (15 horas presenciales):
 - Modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 7,5 horas).
 - Aplicación práctica de técnicas de tratamiento visual de imágenes de satélite (aprox. 7,5 horas)
- Estudio y trabajo personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura y de la práctica de tratamiento visual (19 horas no presenciales).
 - Manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en Internet.
 - Asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura.
 - Realización de la práctica de tratamiento visual de una imagen de satélite.
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 50 minutos por alumno).

2:

Actividades de aprendizaje para asignatura 4.2.- "Tratamiento digital avanzado de imágenes de teledetección":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (37,5 horas presenciales):
 - Modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 15 horas).
 - Aplicación práctica del método de corrección radiométrica y de las técnicas que permiten aumentar el conocimiento sobre la superficie abarcada en esa imagen (generación de neocanales, aplicación de filtros y fusión de imágenes) a una imagen de satélite proporcionada por el profesor (aprox. 22,5 horas).

Las dos actividades quedan relacionadas por cuanto en la aplicación práctica del método de corrección y de las técnicas de generación de información descritas se repasan los fundamentos teóricos que controlan las distintas fases que se siguen y las distintas opciones que el programa informático ofrece en cada una de ellas.

- Estudio personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura (37 horas no presenciales).
 - Manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en internet (preparación del examen).
 - Asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura (preparación del examen).
- Realización del ejercicio individual práctico de la asignatura objeto de evaluación (1,5 horas no presenciales).
 - Realización de una memoria en la que se explican de forma razonada, en relación con las explicaciones teóricas dadas en las clases asistenciales, los distintos pasos seguidos en la creación del modelo de corrección radiométrica.
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 50 minutos por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (75 minutos, véase Actividades de evaluación).

3:

Actividades de aprendizaje para asignatura 4.3.- "Clasificación digital y análisis multitemporal de imágenes espaciales":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (34,5 horas presenciales):
 - Modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 15 horas)
 - Aplicación práctica del método de clasificación digital de una imagen de satélite proporcionada por el

profesor y de técnicas de detección de cambios (aprox. 19,5 horas)

- Sesión de trabajo de campo (6 horas): Salida de campo en la que se visita el área recogida por la imagen sobre la que los alumnos aplican en clase el proceso de clasificación digital. Esta salida de campo se hace de forma conjunta con la asignatura 4.2 "Tratamiento digital avanzado de imágenes de teledetección". Estudio personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura (38 horas no presenciales).
 - Manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en internet.
 - Asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura.
- Realización del ejercicio individual práctico de la asignatura objeto de evaluación (22,5 horas no presenciales)
 - Realización de una memoria en la que se explican de forma razonada en relación con las explicaciones teóricas dadas en las clases asistenciales, los distintos pasos seguidos en el proceso de clasificación digital.
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 50 minutos por alumno).

4:

Actividades de aprendizaje para la asignatura 4.4.- "Interpretación de las imágenes radar":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (20 horas presenciales):
 - Modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 10 horas).
 - Aplicación práctica de técnicas de pretratamiento específicas de imágenes radar (aprox. 10 horas).
- Las actividades quedan relacionadas debido a que en la aplicación práctica se repasan los fundamentos teóricos que controlan las distintas fases que se siguen y las distintas opciones que el programa informático ofrece para encarar el trabajo con este tipo de imágenes.
- Estudio personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura (29 horas no presenciales).
 - Manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en internet (preparación del examen).
 - Asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura (preparación del examen).
- Realización del ejercicio individual práctico de la asignatura objeto de evaluación (17.5 horas no presenciales).
 - Aplicación de un proceso de calibración y georreferenciación sobre una imagen radar mediante la repetición ordenada de la secuencia de trabajo lógica explicada y aplicada durante las horas presenciales
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 85 minutos por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (50 minutos, véase Actividades de evaluación).

5:

Actividades de aprendizaje para la asignatura 4.5.- "Interpretación de imágenes hiperespectrales":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (15 horas presenciales):
 - modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 7,5 horas)
 - aplicación práctica de técnicas de pretratamiento específicas de imágenes hiperespectrales (aprox. 1,5 hora)
 - aplicación práctica de técnicas avanzadas de tratamiento de imágenes hiperespectrales destinadas a la obtención de clasificaciones digitales (aprox. 6 horas).
- Las tres actividades quedan relacionadas debido a que en la aplicación práctica se repasan los fundamentos teóricos que controlan las distintas fases que se siguen y las distintas opciones que el programa informático ofrece para encarar con el trabajo con este tipo de imágenes.

- Estudio personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura (17 horas no presenciales).
 - manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en internet (preparación del examen).
 - asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura. (preparación del examen).
- Realización del ejercicio individual práctico de la asignatura objeto de evaluación.
 - Aplicación del proceso de clasificación digital de una imagen hiperespectral mediante la repetición ordenada de la secuencia de trabajo lógica explicada y aplicada durante las horas presenciales

- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 50 minutos por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (75 minutos, véase Actividades de evaluación).

6:

Actividades de aprendizaje para la asignatura 4.6.- "Interpretación de las imágenes LiDAR":

- Sesiones teórico-prácticas guiadas por el profesor para el desarrollo sistemático de los contenidos teóricos y prácticos del temario de la asignatura (15 horas presenciales):
 - Modalidad expositiva de "clase magistral" (aprox. 6 horas).
 - Aplicación práctica de técnicas de visualización e interpretación de la nube de puntos LiDAR (aprox. 4 horas).
 - Aplicación práctica de técnicas de tratamiento de imágenes LiDAR destinadas a la obtención de MDT y a la extracción de estadísticas de la nube de puntos (aprox. 5 horas).

Las tres actividades quedan relacionadas debido a que en la aplicación práctica se repasan los fundamentos teóricos que controlan las distintas fases que se siguen y las distintas opciones que el programa informático ofrece para encarar el trabajo con este tipo de imágenes.

- Estudio personal de los conceptos teóricos explicados en la asignatura (10 horas no presenciales).
 - Manejo de bibliografía básica en biblioteca y de bibliografía y otros recursos en internet (preparación del examen).
 - Asimilación de los conceptos y contenidos del temario de la asignatura (preparación del examen).
- Realización del ejercicio individual práctico de la asignatura objeto de evaluación (4 horas no presenciales).
 - Aplicación de un proceso de visualización, interpretación y tratamiento de una imagen LiDAR teniendo en cuenta los conceptos teóricos y prácticos explicados y utilizados en las horas presenciales.
- Tutorías con el profesor de la asignatura (estimación 50 minutos por alumno).
- Prueba de evaluación escrita (50 minutos, véase Actividades de evaluación).

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

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, y una vez impartidas las asignaturas "Fundamentos de teledetección" y "1.2a. Aprendizaje de programas: manejo básico de ERDAS", en las que el alumno habrá adquirido los conocimientos teórico-prácticos fundamentales de teledetección y las destrezas básicas del programa informático empleado (ERDAS). 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 la teledetección .

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 tercer y último período de evaluación de los 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 4.1

1. Introducción y aspectos conceptuales.
2. Organización de un proyecto de teledetección.
3. Metodología de interpretación de imágenes.
4. Análisis visual: ventajas e inconvenientes.
5. Perfil del fotointérprete.
6. Etapas o niveles de la fotointerpretación.
7. Metodologías de identificación.
8. Criterios de identificación.
9. Proyectos cartográficos basados en teledetección.

Temario de la asignatura 4.2

1. Corrección radiométrica de una imagen de satélite.
2. Generación de neocanales de información espectral a partir de las bandas originales de una imagen de satélite.
3. Realce de imágenes de satélite: aplicación de filtros espaciales.
4. Signaturas espetrales.
5. Técnicas de fusión de imágenes.

Temario de la asignatura 4.3

1. El proceso de clasificación digital de imágenes de satélite: conceptos básicos, tipos de métodos y aplicaciones.
2. El método supervisado: principios teóricos, técnicas de entrenamiento, métodos de asignación y sistemas de verificación.
3. El método supervisado: Fases y procedimientos mediante ERDAS.
4. El método no supervisado: principios teóricos y fases y procedimientos mediante ERDAS.
5. Las técnicas de detección de cambios: Tipos y procedimiento mediante ERDAS.

Temario de la asignatura 4.4

1. Principios de la Teledetección radar
 - Introducción
 - Características del espectro electromagnético de las micro-ondas.
 - Fundamentos básicos de la teledetección radar.
 - Principios fundamentales.
 - Fundamento de los radares SAR.
2. Factores que afectan a la retrodispersión y respuesta de los principales tipos de cubiertas
 - Factores que afectan a la retrodispersión.
 - Respuesta de los principales tipos de cubiertas.
3. Plataformas, sensores y tipos de imágenes
 - Plataformas y sensores.
 - Tipos de datos e imágenes.
4. Calibración radiométrica y eliminación del speckle
 - Calibración radiométrica.
 - Eliminación del speckle.
5. Corrección geométrica
 - Características generales.
 - Métodos de corrección geométrica.
 - Algoritmos de remuestreo.
 - Fuentes de error y comparación de métodos.
6. Interferometría
 - Principios.
 - El concepto de coherencia.
 - Factores que influyen la estimación de la fase interferométrica.
7. Prácticas: aplicación de técnicas de visualización, calibración, eliminación del speckle, corrección geométrica e interferometría sobre imágenes radar.

Temario de la asignatura 4.5

1. Conceptos básicos sobre imágenes hiperespectrales.
2. Sensores hiperespectrales.
3. Técnicas de tratamiento básicas con imágenes hiperespectrales.

4. Técnicas de tratamiento complejas con imágenes hiperespectrales.

Temario de la asignatura 4.6

1. Introducción a la tecnología LiDAR: contexto epistemológico, principios básicos, componentes del sistema, características del sensor y clasificaciones asociadas, tipos de plataformas (terrestre, aerotransportada y satelital), sistema de posicionamiento y orientación, principales fuentes de error (precisión de la información), software y herramientas LiDAR, acceso a recursos en Internet.
2. Visualización e interpretación de la nube de puntos: visualización en 2D y 3D de la nube de puntos, visualización de perfiles en 3D, conversión de la nube de puntos a imagen (densidad de puntos, intensidad, etc.).
3. Aplicaciones: extracción de modelos digitales del terreno, modelización urbana, patrimonio histórico, ingeniería, aplicaciones forestales.
4. Tratamiento de imágenes LiDAR: depuración de la nube de puntos (eliminación de outliers), filtrado de la nube de puntos, interpolación a MDE, MDS, nMDS, extracción estadísticas por parcela de la nube de puntos LiDAR.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Campbell, James B.. *Introduction to remote sensing* / James B. Campbell . 3rd ed London [etc.] : Taylor & Francis, 2002
- Chavez, P. S.. "Image-based atmospheric corrections : Revisited and improved". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 62 (9), pp. 1025-1036
- Chuvieco Salinero, Emilio. *Teledetección ambiental : la observación de la Tierra desde el espacio* / Emilio Chuvieco . 1^a ed. act. Barcelona : Ariel, 2010
- Colby, J. D.. "Topographic normalization in rugged terrain". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 57, pp. 531-537
- Eismann, M. T.. *Hyperspectral Remote Sensing* / M. T. Eismann Washington : SPIE Press, 2012
- Estornell, J. . Análisis de los factores que influyen en la precisión de un MDE y estimación de parámetros forestales en zonas arbustivas de montaña mediante datos LIDAR. Tesis Doctoral dirigida por L. A. Ruiz València : Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría
- García, D.. *Lidar : aplicación práctica al inventario forestal : la tecnología al servicio del monte* / D. García, M. Godino, F. Mauro Lexington : Editorial Académica Española, 2012
- García, M.. "Ajuste planimétrico de datos LIDAR para la estimación de características dasométricas en el Parque Natural del Alto Tajo", *GeoFocus*, vol. 9, pp. 184-208
- Heritage, G.. *Laser Scanning for the Environmental Sciences* / G. Heritage & A. Large Chichester : John Wiley & Sons, 2009
- Hyppä, J.. "Review of methods of smallfootprint airborne laser scanning for extracting forest inventory data in boreal forests", *International Journal of Remote Sensing*, sol. 29 (5), pp. 1339-1366
- Lillesand, Thomas M.. *Remote sensing and image interpretation* / Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan W. Chipman . 6th ed. Hoboken, NJ : John Wiley, cop. 2008
- Manual of remote sensing. Vol. 2, Principles and applications of imaging radar / edited by Floyd M. Henderson and Anthony J. Lewis . 3rd ed. New York : John Wiley & Sons ; published in cooperation with the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, cop. 1998
- Renslow, M. S.. *Manual of airborne topographic lidar* / M. S. Renslow Maryland : APSRS, 2012
- Sithole, G.. "Experimental comparison of filter algorithms for bare-Earth extraction from airborne laser scanning point clouds", *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 59 (1), pp. 85-101
- Ulaby, F. T.. *Handbook of Radar Scattering Statistics for Terrain* / F. T. Ulaby and M. C. Dobson Norwood : Artech House, 1989
- Van der Meer, F.. "Imaging Spectrometry : Basic Principles and Prospective Applications", Series: *Remote Sensing and Digital Image Processing*, vol. 4 Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2002
- Vosselman, G.. *Airborne and Terrestrial Laser Scanning* / G. Vosselman, H. G. Maas Dunbeath : Whittles Publishing, 2010