



Grado en Geología 26416 - Cartografía geológica

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 9.0

Información básica

Profesores

- **Carlos Luis Liesa Carrera** carluis@unizar.es
- **Andrés Gil Imaz** agil@unizar.es
- **Héctor Alberto Millán Garrido** hmillan@unizar.es
- **Ignacio Ernesto Subías Pérez** isubias@unizar.es
- **Andrés Pocovi Juan** apocovi@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

1.1. Profesorado

Andrés Gil Imaz

Área Geodinámica Interna, Dpto. Ciencias de la Tierra

Edificio Geología, Planta 2ª, despacho 15

agil@unizar.es

Teléfono: 976 76 10 00 (ext. 3469)

Tutorías: L, M de 10 -13 h.

Carlos Luis Liesa Carrera

Área Geodinámica Interna, Dpto. Ciencias de la Tierra

Edificio Geología, Planta 2ª, despacho 13

carluis@unizar.es

Teléfono: 976 76 10 00 (ext. 3468)

Tutorías: M y J de 12 -14 h y M y X de 9-10 h.

Héctor Alberto Millán Garrido

Área Geodinámica Interna, Dpto. Ciencias de la Tierra

Edificio Geología, Planta 2ª, despacho 17

hmillan@unizar.es

Teléfono: 976 76 10 00 (ext. 2126)

Tutorías: M, X, J de 11 -13 h

Ignacio Subías Pérez

Área de Cristografía y Mineralogía, Dpto. Ciencias de la Tierra

Edificio Geología, Planta 3ª, despacho 42

isubias@unizar.es

Teléfono: 976 76 10 96

Tutorías: L, M de 15:30 a 17:30 y X de 13 a 15

1.2. Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura Cartografía Geológica, constituye uno de los puntales en los que se apoya cualquier estudio de geología de campo. Esta asignatura se enmarca en una línea de aprendizaje sobre aspectos geométricos de la geología básicos y esenciales, estrechamente relacionados con otras materias propias de Geodinámica Interna como la Geología Estructural, Geofísica y Tectónica Global, sin olvidar aquellas materias de índole stratigráfica, petrológica o geomorfológica en las que el análisis cartográfico constituye una herramienta insustituible. Como asignatura esencial del trabajo geológico de campo, requiere el desarrollo de habilidades de manejo de instrumentos y material propio para la elaboración de mapas geológicos. Además de la capacidad de observación sobre el terreno, el fin de la cartografía geológica, conlleva el desarrollo de destrezas para la elaboración de gráficos, cortes y bloques diagrama. Otro aspecto fundamental tiene que ver con la interpretación, para lo cual se requiere capacidad de lectura e interpretación de la información geológica gráfica a través de cortes y mapas geológicos. El carácter eminentemente práctico de la asignatura lleva implícito un esfuerzo añadido en el ámbito del conocimiento lógico de todos aquellos procesos geológicos involucrados en la historia geológica de una determinada región.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Inicio de clases: primera semana de curso

- Viernes 30 de Septiembre: campo (Aladrén)
- Viernes 7 de Octubre: campo (Aguilón)
- Jueves 27-Viernes 28 de Octubre: campo (Zonas)
- Jueves 10-Viernes 11 de Noviembre: campo (Zonas)
- Viernes 2 de Diciembre: campo (mina Ana, Bielsa)
- Tercera semana de Diciembre: entrega de memoria de zonas de campo
- Periodos ordinarios de exámenes: prueba escrita (1ª y 2ª convocatoria).

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1: Utilizando un mapa geológico: a) identifica los principales tipos de estructuras tectónicas b) realiza cortes y esquemas que reflejen la geometría de las estructuras y las relaciones entre ellas; c) deduce toda o parte de la historia geológica de una región.
- 2: A partir de observaciones de campo: a) identifica todo tipo de contactos (estratigráficos, estructurales,...); b) identifica los principales tipos de estructuras tectónicas y, utilizando sus características geológicas (litología, orientación, tipo de contactos, etc), es capaz de elaborar un mapa geológico; c) realiza cortes y esquemas que reflejen la geometría de las estructuras y las relaciones entre ellas; d) deduce toda o parte de la historia geológica de una región.
- 3: Utiliza la fotogeología como técnica cartográfica.
- 4: Conoce y aplica los fundamentos del sistema de planos acotados para resolver problemas de cartografía geológica.
- 5: Utilizando una brújula, es capaz de medir la orientación contactos y estructuras geológicas de todo tipo, y de situar y representar esos datos en un mapa topográfico.
- 6: Realiza mapas temáticos (estructurales, paleogeológicos, de interior, ...)
- 7: Realiza representaciones en 3D a partir de datos de superficie y del subsuelo.
- 8: Localiza y lee artículos científicos en español y en inglés; selecciona y comprende la información relevante que contienen.
- 9: Trabaja de forma autónoma y en equipo; realiza y redacta un trabajo científico original pudiendo defender en público sus resultados.
- 10: Conoce y aplica la terminología básica en inglés de cartografía geológica.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

El Real Decreto 1545/2007 (BOE de 30 de noviembre de 2007) que regula el Sistema Cartográfico Nacional establece por primera vez en España la Cartografía Geológica como una cartografía oficial de carácter temático, definida como *“aquella que incluye información sobre la disposición, evolución, naturaleza y estructura de los terrenos”*. En la asignatura se busca conseguir que el estudiante (1) conozca las diferentes metodologías para reconocer dicha información sobre el terreno, fotografías aéreas, ortoimágenes o cualquier otro soporte, (2) sepa utilizar los métodos para plasmar dicha información sobre un mapa topográfico y así construir un mapa geológico, y (3) pueda interpretar a partir de cualquier mapa geológico la disposición tridimensional y evolución temporal de las unidades representadas y deducir la historia geológica de la región.

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:

Objetivos generales de la asignatura

El objetivo fundamental de esta asignatura está dirigido a aprender a elaborar cartografías geológicas y a la correcta interpretación de lo que en ellas se representa. La consecución de estos objetivos conlleva dos aspectos metodológicamente diferenciados. En primer lugar la toma de datos geológicos y su interpretación y, en segundo lugar, la realización e interpretación de cortes geológicos a partir de la información contenida en los mapas. La consecución de ambos objetivos supone, a su vez, una familiarización con el uso y manejo de una serie de técnicas y procedimientos como son, por ejemplo, la realización de medidas con la brújula o la utilización de fotografías aéreas a distintas escalas de la zona sometida a estudio.

Objetivos operativos

1. Lectura e interpretación de mapas geológicos reales, reconstrucción de la historia geológica y realización de cortes geológicos y bloques diagramas.
2. Manejo de la brújula para la medición de la orientación de líneas y planos.
3. Manejo e interpretación de la fotografía aérea (cartografía fotogeológica).
4. Resolución de problemas geométricos mediante el uso de "planos acotados" aplicados a:
 - Cálculos sencillos de buzamientos y potencias reales y aparentes de unidades geológicas.
 - Cálculo de orientación de planos: El problema de los tres puntos
 - Reconstrucción de trazas cartográficas.
 - Intersección de planos: Determinación de las componentes de desplazamiento en fallas.
5. Adquirir, sobre el terreno, destreza en la realización de croquis, panorámicas, esquemas y cortes, y en gabinete el conocimiento para la realización de bloques diagrama en 3D .

Objetivos específicos

1. Aprendizaje de las técnicas instrumentales y destrezas de la Cartografía Geológica:
 - a. Toma de datos de orientaciones de planos y líneas.
 - b. Uso de la regla de las "VV" para la representación de contactos geológicos.
 - c. Utilización e interpretación de la foto aérea y ortoimágenes.
 - d. Transferencia de datos de la foto aérea al mapa topográfico.
 - e. Realización de croquis, esquemas y cortes.
2. Conocer los fundamentos de la técnica de planos acotados para la resolución de problemas geológicos sencillos.
3. Aprender las reglas para la elaboración de historias geológicas de una región.
4. Soltura en la elaboración de bloques 3D a partir de datos de superficie, del subsuelo y cortes geológicos.
5. Aplicación de la fotogeología a la resolución de cartografías geológicas regionales.
6. Adquirir soltura en la elaboración de cartografías temáticas (y realización de cortes geológicos) de índole estructural, petrológica, sedimentológica, paleogeográfica, geomorfológica, minera, etc.
7. Reconstrucción de modelos de evolución 4D para regiones con historia polifásica.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

En el marco de la Titulación, la asignatura Cartografía Geológica, constituye el nexo natural con asignaturas de índole práctico como la Geología Estructural, Petrología Exógena o Procesos y medios sedimentarios, en las que la correcta interpretación de los datos conlleva tanto la aplicación de determinadas técnicas como el desarrollo de determinadas habilidades propias del trabajo de campo. El conocimiento de los principios geométricos básicos que definen la disposición de los cuerpos rocosos y su historia cinemática, el razonamiento espacial (interrelación entre datos de subsuelo y superficie), la destreza en la aplicación de técnicas de obtención de datos y las habilidades de representación gráfica, constituyen los aspectos esenciales que hacen de esta materia un soporte para el resto de las disciplinas geológicas.

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

- 1: Tomar datos de campo con significado geológico.
- 2: Emplear las técnicas más adecuadas para la obtención de los datos geológicos.
- 3: Reconstruir e interpretar la geología a partir del estudio fotogeológico.
- 4: Leer e interpretar un mapa geológico.
- 5: Realizar mapas y cortes geológicos temáticos.
- 6: Resolver diversos problemas geológicos mediante la aplicación de los principios básicos de la técnica de "planos acotados".
- 7: Elaborar una historia geológica singular para la región considerada, a partir de los datos contenidos en el mapa (modelos de evolución 4D).

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

Motivación y relevancia de los objetivos y competencias de la materia

La Cartografía Geológica, entendida como "conjunto de técnicas que se emplean para la realización de mapas geológicos", es la herramienta fundamental en la que se sustenta cualquier trabajo de geología. De una correcta cartografía geológica depende no sólo la correcta interpretación de la historia geológica de la región representada sino el adecuado uso del patrimonio geológico, dentro del que se incluyen tanto los recursos materiales (rocas, minerales y fósiles) como paisajísticos (Lugares de Interés Geológico, Puntos de Observación Geológica o Áreas de Interés Geológico, todas ellas figuras reconocidas dentro del Patrimonio Geológico Nacional).

Desde un punto de vista tecnológico, algunas aplicaciones específicas de la Cartografía Geológica incluyen: 1) Exploración y explotación de yacimientos minerales y energéticos (carbón, petróleo, gas), 2) Localización de yacimientos de interés paleontológico, 3) Valoración de recursos hídricos mediante modelización del flujo y transporte de calor a partir de datos de superficie y subsuelo, 4). Estimación de peligrosidad sísmica mediante cartografía de mecanismos focales en fallas activas, 5) Evaluación de riesgos naturales como deslizamientos de vertientes o colapsos kársticos (Mapas de riesgos) o 5) Inventarios temáticos de Lugares de Interés Geológico.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1: **Diseño general de las actividades de evaluación**

Las actividades prácticas de campo en Geología y, sobre todo, en la asignatura de Cartografía Geológica son de especial relevancia pues es donde el estudiante adquiere y desarrolla gran parte de sus capacidades de observación, reconocimiento y plasmación de los resultados de este trabajo sobre un mapa. Dada la excepcionalidad de las prácticas de campo, que además constituyen 1/3 de la asignatura, la evaluación continua es el único modo de superarlas en la primera convocatoria. De hecho, las actividades de campo forman parte de dos actividades de evaluación (informe de una región e informe de la zona de campo) que suponen en conjunto el 45% de la nota en el baremo de evaluación final presencial (ver criterios de evaluación). Este hecho hace que, de facto, la asignatura sólo pueda ser superada en la primera convocatoria mediante el desarrollo presencial de la misma. Es por ello que, al amparo del artículo 9.4 del “Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje” acordado el 22 de diciembre de 2010 por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, se solicita la excepcionalidad de las prácticas de campo para que se valoren en la primera convocatoria exclusivamente a través del procedimiento de evaluación continua que comprenda las actividades anteriormente mencionadas. En la segunda convocatoria en la prueba global de evaluación se incluirá una prueba en la que se evalúe esta actividad fuera del aula.

En consecuencia, las actividades de evaluación están planteadas atendiendo a si se ha desarrollado o no de una manera presencial la asignatura (sobre todo en lo que respecta a las actividades de prácticas de campo). En los siguientes apartados se especifican las distintas actividades de evaluación para cada uno de los casos.

2: **Actividades de evaluación en el desarrollo presencial de la asignatura** (en primera y segunda convocatoria)

En el desarrollo normal de la asignatura, es decir, realizado de forma presencial por el estudiante durante el curso, las actividades de evaluación constarán de una evaluación continua de la asignatura de distintas actividades de aprendizaje y de una prueba final escrita. A continuación se detallan las distintas actividades de evaluación diseñadas:

A.1. Evaluación Continua

1) **Memorias de prácticas de gabinete.** Se seleccionarán entre 3 y 6 prácticas de las realizadas a lo largo del curso, de las cuales los estudiantes realizarán una memoria individual y cuyos resultados serán evaluados de 0 a 10 puntos. La calificación final en este apartado es la media aritmética de las calificaciones de las prácticas seleccionadas. Se evalúan resultados de aprendizaje de las actividades 2, 4 y 6.

2) **Informe geológico de una excursión.** A partir del estudio de campo (1 día de excursión) y fotogeológico de una región, los estudiantes deberán realizar la cartografía de la misma y una pequeña memoria que contemple, además del mapa y un corte geológico, una completa descripción e interpretación de la región incluyendo su evolución 4D. El trabajo y memoria deberá desarrollarse de manera individual o en grupos de 2 personas. Se evalúan resultados de aprendizaje de todas las actividades (1 a 6).

3) **Informe de la zona de campo.** A partir del estudio de campo (4 jornadas) y fotogeológico de una zona de campo, los estudiantes deberán realizar la cartografía de la misma y realizar una memoria que contemple además del mapa y un corte geológico, una completa descripción e interpretación de la región incluyendo su evolución 4D. El trabajo en campo se desarrollará en grupos reducidos pero la memoria será individual. Esta memoria final deberá contemplar un amplio resumen en inglés. Se evaluará la memoria y la exposición de los resultados principales usando una presentación tipo *power point*, con una duración en torno a 10 minutos. Se evalúan resultados de aprendizaje de todas las actividades (1 a 6).

A.2. Prueba final escrita

La **prueba final escrita**, que se realizará en el periodo ordinario de exámenes, constará de tres partes: (a) cuestiones breves teórico-prácticas, relacionadas con los aspectos básicos del programa; (b) interpretación fotogeológica de una región y traslado de la información al mapa topográfico, y (c) lectura e interpretación de una mapa geológico de la serie Magna. La duración estimada de la prueba es 6 horas. Cada parte se evalúa de 0 a 10 pts, excepto la parte (a) que se evalúa de 0 a 5 pts. La calificación final de esta prueba es la suma de las calificaciones obtenidas en las distintas partes dividida por el factor 2.5, para así obtener una máxima calificación de 10 pts. En esta prueba se evalúan resultados de aprendizaje 1, 2, 3, 4 y 6.

Cuando el estudiante haya desarrollado presencialmente las distintas actividades de la asignatura pero no haya alcanzado los objetivos de aprendizaje previstos en las pruebas de evaluación en la primera convocatoria del curso, las actividades de evaluación en la segunda convocatoria se restringirán a la prueba final escrita y a la evaluación de las memorias e informes revisadas, mejoradas y completadas a que se refieren las actividades de evaluación 1, 2 y 3.

3: **Prueba global de evaluación**

Los estudiantes que no hayan seguido la asignatura de forma presencial, y los que aun habiéndolo hecho así lo deseen, tendrán derecho a una prueba global de evaluación.

En la PRIMERA CONVOCATORIA, y como se ha indicado, las prácticas de campo son obligatorias por lo que la evaluación de estas actividades será continua (puntos 2 y 3 de la evaluación continua). En este caso, la prueba global de evaluación comprenderá una **prueba escrita**, similar a la indicada en el apartado anterior, pero con algún ejercicio adicional que supla la evaluación continua de las prácticas de gabinete realizada durante el curso.

En la SEGUNDA CONVOCATORIA, la prueba global comprenderá:

1) una **prueba escrita**, similar a la indicada en el párrafo anterior.

2) una **prueba adicional**, que constará de dos partes: a) un examen de campo (1 día) en el que el estudiante deberá realizar una cartografía de una zona indicada y b) un examen de gabinete (una mañana o tarde) en el que el estudiante completará la cartografía, hará un corte geológico y realizará las debidas descripciones e interpretaciones de la zona de campo estudiada. Esta segunda prueba contempla la evaluación de las prácticas de campo.

Criterios de Evaluación

Requisitos generales para superar la asignatura y baremo de evaluación final

1: Los 9 ECTS de la asignatura conllevan 90 horas de actividades presenciales, que se distribuyen en:

- 10 horas de clases teóricas (\approx 1 h semanal).
- 50 horas de sesiones prácticas en gabinete o con estereoscopios (\approx 5 h semanales).
- 7 jornadas de campo (3ECTS) de prácticas de campo (4,5 jornadas):

La estrecha relación entre la parte teórica y práctica de la asignatura hace que dichas actividades deban programarse en un mismo bloque horario sin distinguir el tipo de actividad a desarrollar. Por ello, para cada grupo se han programado a la semana dos sesiones de 3 h cada una:

Grupo 1: Martes de 15.00 a 18.00 h y jueves de 16.00 a 19.00 h

Grupo 2: Miércoles de 15.00 a 18.00 h y jueves de 9.00 a 12.00 h.

Calendario

- Inicio de clases: primera semana de curso

- Viernes 30 de Septiembre: campo (Aladrén)
- Viernes 7 de Octubre: campo (Aguilón)
- Jueves 27-Viernes 28 de Octubre: campo (Zonas)
- Jueves 10-Viernes 11 de Noviembre: campo (Zonas)
- Viernes 2 de Diciembre: campo (Bielsa)
- Tercera semana de Diciembre: entrega de memoria de zonas de campo
- Periodos ordinarios de exámenes: prueba escrita (1ª y 2ª convocatoria).

2:

Los 9 ECTS de la asignatura conllevan 90 horas de actividades presenciales, que se distribuyen en:

- 10 horas de clases teóricas (\approx 1 h semanal).
- 50 horas de sesiones prácticas en gabinete o con estereoscopios (\approx 5 h semanales).
- 7 jornadas de campo (3ECTS) de prácticas de campo (4,5 jornadas):

La estrecha relación entre la parte teórica y práctica de la asignatura hace que dichas actividades deban programarse en un mismo bloque horario sin distinguir el tipo de actividad a desarrollar. Por ello, para cada grupo se han programado a la semana dos sesiones de 3 h cada una:

Grupo 1: Martes de 15.00 a 18.00 h y jueves de 16.00 a 19.00 h

Grupo 2: Miércoles de 15.00 a 18.00 h y jueves de 9.00 a 12.00 h.

Calendario

- Inicio de clases: primera semana de curso
- Viernes 30 de Septiembre: campo (Aladrén)
- Viernes 7 de Octubre: campo (Aguilón)
- Jueves 27-Viernes 28 de Octubre: campo (Zonas)
- Jueves 10-Viernes 11 de Noviembre: campo (Zonas)
- Viernes 2 de Diciembre: campo (Bielsa)
- Tercera semana de Diciembre: entrega de memoria de zonas de campo
- Periodos ordinarios de exámenes: prueba escrita (1ª y 2ª convocatoria).

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

El programa de la asignatura no se considera como un fin en sí mismo, sino como un marco en el que se desarrolla el aprendizaje personal del estudiante, basado en una actitud activa y participativa. Dado el carácter práctico de la asignatura, el proceso de aprendizaje sigue un diseño basado en casos prácticos, que son estudiados, primero, con distintas aproximaciones metodológicas, las cuales permiten ir alcanzando objetivos concretos de la asignatura. Entre estas

aproximaciones metodológicas se encuentran la cartografía a partir del estudio fotogeológico, de procedimientos geométricos (sistema de planos acotados), de observaciones de campo y la lectura e interpretación de cartografías geológicas. Después, y al menos en dos regiones, las distintas metodologías son aplicadas de manera conjunta, de modo que este estudio integral permite alcanzar los objetivos generales de la asignatura, es decir, la realización de mapas geológicos y su interpretación como modo de reconocer los principales eventos en la evolución geológica de la región. Dado el carácter práctico de esta asignatura, las sesiones teóricas se plantean como una manera de conocer y profundizar en las metodologías de trabajo en cartografía pero también en el recuerdo y refuerzo de conocimientos previos sobre cartografía y geología general ya avanzados en otras asignaturas.

La tutoría académica se considera una actividad docente más, y se estimula su uso para que el estudiante pueda: (i) consultar al profesor dudas generales sobre los contenidos de la asignatura y las técnicas de trabajo; (ii) consultar dudas sobre ejercicios que hayan sido planteados para resolverse dentro y fuera del horario presencial; (iii) recibir orientación para la búsqueda de fuentes de información, o (iv) tener un seguimiento del trabajo personal y de la elaboración de las memorias e informes para la evaluación continua de la asignatura.

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: | | | |-------------|---| | Actividad 1 | Aprendizaje de conocimientos de cartografía geológica | |-------------|---|

Metodología:

- **Clases magistrales participativas** (1 ECTS; 10 horas presenciales)

Objetivo: profundizar en el conocimiento de los conceptos básicos de cartografía geológica y en las herramientas utilizadas para cartografiar y representar la geología.

PROGRAMA

1. Sistemas de representación de estructuras tectónicas (repaso). Mapas y cortes geológicos; bloques diagrama. Mapas temáticos. Orientación de planos y líneas; dirección y buzamiento; buzamiento aparente; inmersión y cabeceo.

2. Elementos de cartografía (repaso). La regla de las "V". Cartografía de series estratificadas horizontales, plegadas y/o fracturadas y cartografía de rocas ígneas y contactos transilitológicos.

3. Sistemas de planos acotados. Fundamentos y su uso para resolver problemas de cartografía (intersección de planos, cálculo de desplazamientos de fallas y separaciones, desplazamiento real y componentes...).

4. La historia geológica. Bases para interpretar la historia geológica de una región a partir de la cartografía.

2: | | | |-------------|--| | Actividad 2 | Realización de ejercicios prácticos de representación cartográfica | |-------------|--|

Metodología: **Prácticas de gabinete** (1 ECTS; 10 horas presenciales).

Objetivo: Resolución de problemas y estudio de casos de representación cartográfica a partir de la aplicación del sistema de planos acotados, realizar mapas temáticos (estructurales, paleogeológicos...) y hacer representaciones 3D.

PROGRAMA:

- 1. Planos acotados 1** (2 sesiones). Cartografía con el método de las horizontales a partir de la información de cortes geológicos
- 2. Planos acotados 2.** Método de los tres puntos y cartografía a partir de la extrapolación de datos superficiales de orientación de contactos geológicos.

3. **Planos acotados 3.** Determinación de espesores aparentes de unidades.
4. **Planos acotados 4.** Saltos de fallas y componentes.

3: **Actividad 3 Realización de ejercicios de fotogeología**

Metodología: **Prácticas de gabinete-laboratorio** con estereoscopios de espejos (1,3 ECTS; 13 horas presenciales).

Objetivo: Desarrollo de la capacidad de visión estereoscópica para la obtención de información geológica a partir de fotos aéreas, de realizar cartografías fotogeológicas y de transferir la información fotogeológica al mapa topográfico.

PROGRAMA:

1. **Fotogeología 1.** Estudio fotogeológico de una región plegada: el Pico del Águila en las Sierras Exteriores aragonesas.
2. **Fotogeología 2.** Estudio fotogeológico de una región plegada y fracturada: el anticlinal de Aguilón en la Cordillera Ibérica zaragozana.
3. **Fotogeología 3** (varias sesiones). Estudio fotogeológico de la zona de campo (lugar por determinar).
4. **Fotogeología 4.** Práctica tipo examen.

4: **Actividad 4 Realización de mapas y cortes geológicos**

Metodología: **Prácticas de gabinete** (1,5 ECTS; 15 horas presenciales). Resolución de problemas y estudio de casos

Objetivo: A partir de datos fotogeológicos (actividad 3) y/o datos de campo (actividad 5) realizar cartografías de regiones plegadas, de regiones con fallas, de regiones con rocas volcánicas, ígneas, metamórficas, y a partir de estas cartografías realizar e interpretar cortes geológicos y elaborar modelos 3D que relacionen datos de superficie y del subsuelo.

PROGRAMA:

1. **Mapa y corte 1.** La región plegada y fracturada de Aguilón
2. **Mapas y cortes 2** (varias sesiones). La zona de campo.

5: **Actividad 5 Toma de datos geológicos y cartografía en distintas regiones**

Metodología: **Prácticas de campo (3 ECTS, 7 días de campo)**

Objetivos: Aprender las distintas metodologías de trabajo en cartografía geológica (en superficie y en galerías subterráneas), reconocer y situar contactos sobre el mapa topográfico y ortoimágenes en el terreno y con ayuda de la fotogeología, tomar datos de orientación de capas, contactos y estructuras tectónicas y realizar cortes y esquemas sobre el terreno.

Recomendaciones de **material de campo:** buen equipamiento para frío y agua, buenas botas (preferiblemente impermeables), libreta de campo, bolígrafo, una superficie rígida tamaño A4 sobre la que colocar el mapa topográfico, lápiz y lápices de colores para anotar y colorear el mapa y esquemas de campo, martillo, brújula y lupa (10 o 15 aumentos). No olvidar provisiones y agua.

Programa de campo:

Jornada 1

- Lugar: Aladrén (borde norte de la Cordillera Ibérica, prov. de Zaragoza).
- Fecha: Viernes, 30 de septiembre.
- Actividad: Cartografía en regiones plegadas con discordancias.

Jornada 2

- Lugar: Aguilón (borde norte de la Cordillera Ibérica, prov. de Zaragoza).
- Fecha: Viernes, 21 de octubre.
- Actividad: Cartografía en regiones plegadas y fracturadas y con serie sintectónica.

Jornadas 3 y 4

- Lugar: Zona de campo (a determinar)
- Fecha: jueves, 27 de octubre, y viernes, 28 de octubre.
- Actividad: Cartografía y toma de datos de la zona de campo.

Jornadas 5 y 6

- Lugar: Zona de campo (a determinar)
- Fecha: jueves, 10 de noviembre, y viernes, 11 de noviembre.
- Actividad: Cartografía y toma de datos de la zona de campo (continuación).

Jornada 7

- Lugar: mina Ana (Bielsa, Huesca)
- Fecha: Viernes, 2 de diciembre.
- Actividad: Cartografía de interior.

6: Actividad 6 Lectura e interpretación de mapas y cortes geológicos

Metodología: **Prácticas de gabinete** (1,2 ECTS; 12 horas presenciales). Resolución de problemas y casos

Objetivo: A partir de mapas geológicos de la serie Magna y ayudándose de la realización de cortes geológicos aprender a conocer las unidades presentes y sus relaciones espaciales y temporales, distinguir las distintas estructuras tectónicas y sus relaciones temporales, analizar las relaciones entre tectónica, sedimentación procesos magmáticos y geomorfológicos y proponer un modelo de evolución geológica espacial y temporal (4D).

PROGRAMA:

1. **Mapa geológico 1.** La región plegada y fracturada de Muniesa
2. **Mapa geológico 2.** Mapa a determinar con series estratigráficas polideformadas.
3. **Mapa geológico 3.** Realización de cortes seriados y construcción de un mapa de contornos estructurales a partir de un mapa con series estratigráficas deformadas.
4. **Mapa geológico 4.** Mapa con rocas ígneas en series estratigráficas deformadas.
5. **Mapa geológico 5.** Mapa tipo examen.

7: Actividades en inglés

Durante el desarrollo de la asignatura se plantea que el estudiante conozca y utilice los términos propios de Cartografía y de Geología básica no sólo en español sino también en inglés. Con este objetivo además de ir introduciendo la terminología en las distintas actividades presenciales algunas de las actividades anteriormente mencionadas se desarrollarán y trabajará fundamentalmente en inglés.

Todos los estudiantes recibirán, al menos, 6 horas de clases prácticas en inglés y la memoria de la zona de campo deberá incluir un resumen de dos páginas en inglés, todo lo cual se valorará como 1 ECTS. Estas actividades incluirán:

- 1) Introducción de conceptos y términos en *clases magistrales*.
- 2) Desarrollo de la Práctica de gabinete *Fotogeología 1*.

3) Desarrollo de la Práctica de gabinete *Mapa geológico 2*.

4) Desarrollo de la Zona de campo: *manejo de bibliografía en inglés y realización de un amplio resumen en inglés incluido en la memoria de la zona de campo*.

Además, aquellos estudiantes que lo deseen, podrán desarrollar en inglés las actividades relativas a la elaboración de la cartografía geológica de la zona de campo (35 horas prácticas, junto con la elaboración en inglés de la memoria geológica correspondiente a la zona de campo), lo cual se valorará en 3,5 ECTS. Por tanto, se computarán 4,5 ECTS a quienes realicen todas las actividades impartidas en inglés.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Los 9 ECTS de la asignatura conllevan 90 horas de actividades presenciales, que se distribuyen en:

- 10 horas de clases teóricas (\approx 1 h semanal).
- 50 horas de sesiones prácticas en gabinete o con estereoscopios (\approx 5 h semanales).
- 7 jornadas de campo (3ECTS) de prácticas de campo (4,5 jornadas):

La estrecha relación entre la parte teórica y práctica de la asignatura hace que dichas actividades deban programarse en un mismo bloque horario sin distinguir el tipo de actividad a desarrollar. Por ello, para cada grupo se han programado a la semana dos sesiones de 3 h cada una:

Grupo 1: Martes de 15.00 a 18.00 h y jueves de 16.00 a 19.00 h

Grupo 2: Miércoles de 15.00 a 18.00 h y jueves de 9.00 a 12.00 h.

Calendario

- Inicio de clases: primera semana de curso
- Viernes 30 de Septiembre: campo (Aladrén)
- Viernes 7 de Octubre: campo (Aguilón)
- Jueves 27-Viernes 28 de Octubre: campo (Zonas)
- Jueves 10-Viernes 11 de Noviembre: campo (Zonas)
- Viernes 2 de Diciembre: campo (Bielsa)
- Tercera semana de Diciembre: entrega de memoria de zonas de campo
- Periodos ordinarios de exámenes: prueba escrita (1ª y 2ª convocatoria).

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Babín Vich, Rosa Blanca. Problemas de Geología Estructural : resolución mediante proyección ortográfica / Rosa Blanca Babín Vich Madrid : Facultad de Ciencias Geológicas, 2004
- Barnes, John W.. Basic geological mapping / John W. Barnes . - 3rd ed. reprint.
- Basic methods of structural geology. Part I, Elementary techniques / by Stephen Marshak, Gautam Mitra. Part II, Special topics. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, cop. 1988
- Bastida, Fernando. Geología : una visión moderna de las ciencias de la tierra / Fernando Bastida Gijón : Trea, 2005
- Bennison, G. M.. An introduction to geological structures and maps / G. M. Bennison and K. A. Moseley . - 7th ed. London : Hodder Education, cop. 2003
- Blyth, F.G.H.. Geological maps and their interpretation. 2nd Cambridge University Press, 1976

- Bolton, T.. Geological maps : their solution and interpretation / T. Bolton ; illustrations by P. Proudlove . - 1st ed., 2nd repr. Cambridge : University Press, 1995
- Davis, George Herbert. Structural geology of rocks and regions / George H. Davis, Stephen J. Reynolds . - 2nd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 1996
- Fernández Martínez, Esperanza M.. Del papel a la montaña : iniciación a las prácticas de cartografía geológica / Esperanza M. Fernández Martínez, Antonio López Alcántara León : Universidad de León, 2004
- Foucault, Alain. Coupes et cartes géologiques / par Alain Foucault et Jean -François Raoult ; préface de M. M. Durand Delga . - 2e éd. [rev. et] augm., [reimp.] Paris : S.E.D.E.S. : Doin, D.L. 1984
- Gómez Ortiz, David. Introducción a la geología práctica / David Gómez Ortiz , Tomás Martín Crespo , Silvia Martín Velázquez Madrid : Editorial Universitaria Ramón Areces , D. L. 2004
- Groshong, Richard H.. 3-D structural geology : a practical guide to surface and subsurface map interpretation / Richard H. Groshong, Jr. Berlin [etc.] : Springer, cop. 1999
- Introduction to mineral exploration / edited by Anthony M. Evans ; with contributions from William L. Barrett ... [et al.] . - [1st published] Oxford [etc.] : Blackwell Science, 1995
- Lisle, Richard J.. Geological structures and maps : a practical guide / by Richard J. Lisle . - [1st ed.] Oxford [etc.] : Pergamon Press, 1988
- Lisle, Richard J.. Geological structures and maps : a practical guide / by Richard J. Lisle . [6ª ed.] Oxford [etc.] : Pergamon Press, 2003
- López Vergara, María Luisa. Manual de fotogeología / M.L. López Vergara . - 3a ed. rev. y aum. Madrid : Servicio de Publicaciones del Centro de Investigaciones Energeticas, Medioambientales y Tecnológicas, 1988
- Maltman, A.. Geological maps. An introduction. Open University Press, 1990
- Martínez-Álvarez, J. A.. Cartografía geológica / J. A. Martínez-Álvarez Madrid : Paraninfo, 1989
- Martínez-Álvarez, J. A.. Mapas geológicos: explicación e interpretación/ J. A. Martínez-Álvarez . - 3a ed. act. Madrid : Paraninfo, 1985
- Martínez-Torres, Luis Miguel. Planos acotados aplicados a geología : [problemas resueltos] / L.M. Martínez-Torres, R. Ramón-Lluch, L. Eguiluz Bilbao : Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1993
- Mattauer, Maurice. Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre / Maurice Mattauer ; [traducido por Mateo Gutiérrez Elorza y Jesús Aguado Sánchez] . - [2a ed.] Barcelona : Omega, D.L. 1989
- McClay, K.R.. The mapping of geological structures / K.R. McClay . - 1st ed., reprinted Chichester [etc.] : John Wiley and Sons, 1992
- Powell, D.. Interpretation of geological structures through maps: an introductory practical manual. Longman. 1992
- Pozo Rodríguez, Manuel. Geología práctica : introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas / Manuel Pozo Rodríguez, Javier González Yélamos, Jorge Giner Robles . - [Última reimp.] Madrid [etc.] : Pearson Educación, D. L. 2005
- Ramón-Lluch, Rafael. Introducción a la cartografía geológica / R. Ramón-Lluch, L.M. Martínez-Torres, A. Apraiz . - [4a ed. rev. y amp.] Bilbao : Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco[g(Argitarapen Zerbitzua Euskal Herriko Unibertsitatea) 2001
- Ramsay, John G.. Plegamiento y fracturación de las rocas / John G. Ramsay ; versión española Fernando Bastida Ibáñez, Ignacio Gil Ibarguchi . - [1a ed.] Madrid : Hermann Blume, 1977
- Roberts, John L.. Introduction to geological maps and structures / John L. Roberts . - [1st ed.] Oxford [etc.] : Pergamon Press, 1982
- Simpson, B.. Geological maps. 4 ed Pergamon Press. Oxford. 1985
- Spencer, Edgar Winston. Geologic maps : a practical guide to the preparation and interpretation of geologic maps : for geologists, geographers, engineers, and planners / Edgar W. Spencer. . - 2nd ed. Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall, 2000.
- Volfson, F.I.. Estructuras de los campos y yacimientos metalíferos / F.I. Volfson y P.D. Yákovlev Moscú : Mir, cop. 1982