



Grado en Geología **26442 - Tectónica: cuencas y orógenos**

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 4, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **María Teresa Román Berdiel** mtdjrb@unizar.es
- **Antonio María Casas Sáinz** acasas@unizar.es
- **Pablo Santolaria Otín** psotin@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura va dirigida a aquellos estudiantes que quieren adquirir una formación avanzada en el ámbito de la Geodinámica Interna y Geología Estructural, y se imparte a alumnos que ya tienen una formación básica en los distintos aspectos que aborda la Geología Estructural (2º curso), así como en las principales técnicas que aportan datos sobre la estructura de la corteza profunda y manto superior, y sobre las características tectónicas mayores de la Tierra (Geofísica y Tectónica Global, 3er curso). Por tanto, se recomienda haber cursado dichas asignaturas, o tener una formación similar.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Fecha de inicio de la asignatura: inicio del segundo cuatrimestre (mediados de Febrero)

Prácticas de campo (dos días con pernocta): según calendario de campo (en Mayo)

Fecha de finalización de la asignatura: finales de Mayo

Fecha límite de entrega de informes y trabajos: fecha marcada para la evaluación continua por el calendario académico

Profesorado

Teresa Román Berdiel. Área de Geodinámica Interna. Despacho 15, 2 planta.

Horario de tutoría: Lunes de 16.30 a 19.30, Jueves de 9 a 12

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
Conoce los procesos mediante los cuales se produce la deformación de la corteza terrestre a escala regional.
- 2:**
Interpreta las estructuras que se observan a escala regional en términos de dichos procesos
- 3:**
Realiza cortes geológicos correctos desde el punto de vista geométrico y respetando el estilo estructural de la zona.
- 4:**
Conoce y aplica las técnicas básicas de restitución de cortes geológicos.
- 5:**
Conoce los fundamentos y técnicas básicas de la modelización analógica de procesos tectónicos.
- 6:**
Maneja bibliografía en castellano e inglés sobre evolución de orógenos, cuencas, y deformación intraplaca

Introducción

Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se dan a conocer los distintos estilos estructurales que pueden encontrarse, a escala regional, en la corteza terrestre, dependiendo del tipo de roca, de las condiciones de presión y temperatura en que se encontraban las rocas cuando eran deformadas, y del régimen tectónico que provoca dicha deformación. Esta asignatura incorpora información obtenida a partir de datos geofísicos, a las observaciones de las rocas deformadas de la superficie de la Tierra, lo que ayuda a determinar la geometría de las grandes estructuras en profundidad.

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:

Los objetivos fundamentales de esta asignatura son:

- 1- Proporcionar conocimientos avanzados sobre los procesos mediante los cuales se produce la deformación de la corteza terrestre a escala regional.
- 2- Interpretar las estructuras tectónicas que se observan en términos de dichos procesos.
- 3- Hacer cortes lo más correctos y exactos posible desde el punto de vista geométrico en cualquier dominio estructural.
- 4- Dar a conocer y aplicar las técnicas básicas de restitución de cortes geológicos.
- 5- Incorporar datos geofísicos para realizar cortes profundos.
- 6- Dar a conocer los fundamentos y las técnicas básicas de la modelización analógica de procesos tectónicos.

7- Mostrar en el campo los rasgos estructurales de una cuenca y/o cadena.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura forma parte de un grupo de materias de la titulación que constituyen la formación necesaria para aquellos estudiantes que quieren obtener una formación completa en Geodinámica Interna y Geología Estructural, y que se enumeran a continuación: *Geología Estructural* (2º curso), *Cartografía Geológica* (3er curso), *Geofísica y Tectónica Global* (3er curso), *Análisis Estructural: técnicas y aplicaciones* (optativa, 4º curso), *Tectónica: cuencas y orógenos* (optativa, 4º curso)

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

- 1:**
 - Reconocer los distintos estilos estructurales.
- 2:**
 - Comprender los procesos de deformación a escala regional.
- 3:**
 - Manejar material bibliográfico de Geodinámica Interna en castellano e inglés.
- 4:**
 - Analizar, sintetizar y resumir textos especializados de Geodinámica interna de manera crítica.
- 5:**
 - Comunicar adecuadamente de forma escrita, oral y gráfica contenidos científicos.
- 6:**
 - Utilizar los métodos de reconstrucción geométrica de cortes geológicos.
- 7:**
 - Manejar las técnicas de compensación de cortes geológicos.
- 8:**
 - Realizar cortes correctos en regiones con distintos estilos estructurales.
- 9:**
 - Realizar cortes profundos con ayuda de datos geofísicos
- 10:**
 - Manejar las técnicas básicas de la tectónica experimental.
- 11:**
 - Identificar en campo los rasgos estructurales de una cuenca y/o cadena.
- 12:**
 - Tomar datos estructurales e integrarlos en un corte general de la zona.

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

Las competencias que permite adquirir esta asignatura son relevantes para un Geólogo porque la ejecución de cortes geológicos correctos combinados con la cartografía forman parte habitual del trabajo en geología estructural y tectónica, como herramienta para desentrañar el estilo estructural de un área y la propia estructura de dicha región y como base para el desarrollo de numerosos trabajos aplicados. Hacer un corte geológico correcto exige amplios conocimientos geológicos y un determinado grado de abstracción y de visión espacial. Mediante las habilidades adquiridas en esta asignatura cualquier geólogo puede dominar la técnica de realización de cortes.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Evaluación continua

- 1- Entrega periódica de los cuestionarios trabajados en clase y presentación oral en los seminarios, y lectura y comentario de un artículo científico publicado en una revista internacional sobre evolución de orógenos, cuencas o deformación intraplaca.
- 2- Entrega semanal de las prácticas realizadas en clase.
- 3- Entrega de un informe de la excursión, en el que se expongan los datos y observaciones tomados en campo.

2:

Evaluación global

- 1- Examen teórico sobre los conceptos explicados en clase y trabajados en los cuestionarios y seminarios, y lectura y comentario de un artículo científico corto (e.g. extended abstract) presentado en un congreso internacional, sobre evolución de orógenos, cuencas o deformación intraplaca.
- 2- Examen práctico: realización de un corte geológico.
- 3- Entrega del informe de la excursión, en el que se expongan los datos y observaciones tomados en campo. Examen sobre aspectos de la estructura y evolución de la Cordillera Pirenaica (si por motivos justificados no ha podido asistir al campo).

Criterios de evaluación

Evaluación continua

- Los cuestionarios trabajados en clase y presentación oral en los seminarios, y lectura y comentario de un artículo científico (35%)
- Prácticas de clase (35%)
- Informe de la excursión (30%). La asistencia al campo es obligatoria.

Prueba global

- Examen teórico (35%).
 - Examen práctico: realización de un corte geológico (35%).
 - Informe de la excursión (30%). Examen sobre aspectos de la estructura y evolución de la Cordillera Pirenaica (si por motivos justificados no ha podido asistir al campo).
 - Tanto en la evaluación continua como en la prueba global es necesario obtener una calificación igual o superior a 5 en todas las partes.
-

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

- 1- Adquisición de conocimientos sobre los procesos mediante los cuales se produce la deformación de la corteza terrestre a escala regional. Esta acción se lleva a cabo por medio de 15 horas de clases que incluyen 12 clases magistrales en las que el profesor da algunas claves necesarias para la resolución de los cuestionarios, y 3 seminarios en los que los alumnos exponen y comentan los cuestionarios resueltos. En estas sesiones se desarrolla el programa que se presenta en el siguiente apartado. Este bloque incluye también la lectura y comentario de un artículo científico publicado en una revista internacional.
- 2- Realización de cortes geológicos correspondientes a distintos estilos estructurales. Esta acción se lleva a cabo por medio de 16 horas de trabajo de gabinete distribuidas en ocho sesiones de 2 horas. En estas sesiones se proporciona al estudiante las indicaciones necesarias, se atienden dudas y se supervisa de manera continua el trabajo del alumno para la resolución de los cortes geológicos.
- 3- Realización de un modelo analógico (bien de cuenca, bien de orógeno) en el laboratorio. Esta acción se lleva a cabo por medio de una sesión práctica de laboratorio de 3 horas.
- 4- Realización de una salida de campo a una cuenca/orógeno, guiada por el profesor y en la que el estudiante hace observaciones y toma datos. La asistencia al campo es obligatoria.

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 los aspectos conceptuales, descriptivos y genéticos de orógenos, cuencas y cadenas intracontinentales. Desarrollo de habilidades de lectura y comprensión de artículos científicos especializados escritos en inglés
- Metodología: - Clases magistrales (1,2 ECTS).
- Seminarios: estudio de casos en grupo sobre guión-cuestionario, incluyendo profundización en temas especializados no tratados en clase (0,3 ECTS).
- Tutoría académica. Se estimula el uso de la tutoría para que el estudiante pueda consultar al profesor dudas sobre la resolución de los cuestionarios y sobre el contenido de los artículos científicos, tener un seguimiento del trabajo personal y de la elaboración del trabajo bibliográfico.

Competencias específicas:

- Conocer los distintos estilos estructurales.
- Conocer los procesos de deformación a escala regional.
- Manejar material bibliográfico en castellano e inglés
- Analizar, sintetizar y resumir textos especializados de manera crítica
- Comunicar adecuadamente de forma escrita, oral y gráfica contenidos científicos.

Evaluación: respuestas a los cuestionarios y comentario de un artículo científico publicado en revista internacional sobre evolución de orógenos, deformación intraplaca o problemáticas de la placa Ibérica.

Esta actividad conlleva el manejo, lectura y consulta de material bibliográfico especializado en inglés para la resolución de los cuestionarios. Además es requisito de evaluación que el alumno elabore un comentario sobre un artículo científico publicado en una revista internacional. Estas actividades se valorarán como 1 ECTS en inglés.

Breve descriptor de contenidos

Orógenos en el espacio y en el tiempo. Anatomía de un orógeno. Subducción y colisión. El cinturón orogénico alpino. Las cadenas alpinas del Thethys: Alpes, Zagros, Himalayas. Las cordilleras circunpacíficas: Andes, Cordillera Norteamericana, margen asiático. El orógeno hercínico europeo, Apalaches y Mauritánides. La cadena caledónica. Los orógenos precámbricos. Los ciclos geológicos del precámbrico. Problemática de la tectónica arcaica.

Geometría de cabalgamientos. Pliegues asociados a cabalgamientos. Geometría de los sedimentos sintectónicos; aplicación a la cinemática de los pliegues. Cortes compensados. Mecánica de los sistemas de cabalgamientos.

Fallas transformantes y transcurrentes. Procesos asociados a las fallas transformantes. Tectónica de fallas direccionales. Transtensión y transpresión. Fallas de San Andrés y Alpina de Nueva Zelanda.

Tectónica experimental. Fundamentos de la modelización analógica. Dimensionamiento. Materiales y dispositivos experimentales.

Zonas de rifts, evolución y ejemplos. Geología y evolución de las uniones triples. Aulacógenos, márgenes pasivos. Tectónica salina. Estructuras diapíricas. Estructuras internas. Registro sedimentario de la tectónica asociada a diapiros. Procesos de emplazamiento. Crecimiento autóctono en regímenes en extensión y en compresión.

Tectónica extensional. Geometría de sistemas de fallas normales. Fallas lítricas. Modelos cinemáticos. Cálculo de la extensión. Tipos de regímenes extensionales. *Metamorphic core complexes*.

Deformación en el interior de las placas. Tectónica de *thick-skinned*. Asociaciones estructurales desarrolladas en el interior de los continentes: su relación con la dinámica en los márgenes de placa. Cuencas intracontinentales. Cadenas intracontinentales. *Uplifts* de zócalo.

Tectónica de inversión. Parámetros que controlan la geometría de las estructuras. Mecánica de las zonas de inversión. Geometría de fallas normales invertidas. Estructuras de inversión tectónica positiva.

Pliegues con esquistosidad. Relaciones geométricas esquistosidad/estratificación. Pliegues superpuestos. Domos migmatíticos. Modelos de emplazamiento de cuerpos ígneos.

Tectónica reciente. Morfotectónica. Sismotectónica.

2:

Actividad 2: Aprendizaje de los procedimientos de realización de cortes geológicos en distintos contextos estructurales.

Metodología: - Prácticas de gabinete: resolución de ejercicios (1,6 ECTS).

Competencias específicas:

- Utilizar los métodos de reconstrucción geométrica de cortes geológicos
- Manejar las técnicas de compensación de cortes geológicos
- Realizar cortes correctos en regiones con distintos estilos estructurales
- Realizar cortes profundos con ayuda de datos geofísicos

Evaluación: entrega semanal de las prácticas de gabinete

Sesiones prácticas

Práctica 1. Métodos de construcción de cortes geológicos. Cortes en zonas con cabalgamientos y niveles de despegue someros. Métodos de Kink y Bush.

Práctica 2. Geometría de cabalgamientos.

Práctica 3. Iniciación a los cortes compensados.

Práctica 4. Cabalgamientos complejos. Establecimiento de relaciones cinemáticas.

Práctica 6. Tectónica extensional. Cortes geológicos.

Práctica 7. Tectónica de thick-skin. Realización de cortes profundos con ayuda de datos geofísicos.

Práctica 8. Cortes en zonas con tectónica de inversión.

Práctica 9. Relaciones esquistosidad-estratificación y pliegues superpuestos. Cortes geológicos.

3:

Actividad 3: Aprendizaje de las técnicas de la modelización analógica de procesos tectónicos.

Metodología: - Práctica de laboratorio (0,3 ECTS)

Competencias específicas:

- Manejar las técnicas básicas de la tectónica experimental

Evaluación: informe de la práctica de laboratorio.

Sesión práctica

Práctica 5. Realización de un modelos analógico: formación y evolución de una cuña orogénica o de una cuenca extensional.

4:

Actividad 4: Aprendizaje de los procedimientos de observación de estructuras y su integración a escala regional.

Metodología: - Prácticas de campo (1,6 ECTS).

Competencias específicas:

- Identificar en campo los rasgos estructurales de una cuenca y/o cadena.

- Tomar datos estructurales e integrarlos en un corte general de la zona.

Evaluación: informe de prácticas de campo. La asistencia al campo es obligatoria.

Prácticas de campo

El trabajo de campo se compone de una excursión de 2 días consecutivos en el mes de Mayo (días concretos según calendario de campo de la titulación) en los que se realizará una transversal completa del orógeno del Pirineo.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

	Lunes	Martes	Miércoles
Semana 1	Presentación asignatura		

Semana 2	Reparto Cuestionario-1/ Clase teoría	Clase teoría	
		Práctica-1	
Semana 3	Clase teoría	Clase teoría	
		Práctica-2	
Semana 4	Seminario-1	Reparto Cuestionario-2/ Clase teoría	
		Práctica-3	
Semana 5	Clase teoría	Clase teoría	
		Práctica-4	
Semana 6	Clase teoría	Preparación modelo	
		Práctica-5 (3 h) Modelo analógico	
Semana 7	Seminario-2	Reparto Cuestionario-3/ Clase teoría	
		Práctica-6	
Semana 8	Clase teoría	Clase teoría	
		Práctica-7	
Semana 9	Clase teoría	Seminario-3	
		Práctica-8	
Semana 10			
		Práctica-9	
		Transversal Pirineos	Transversal Pirineos
	Presentación trabajos		

Las sesiones prácticas se impartirán en el Seminario 19 y el Laboratorio 21, 2ª planta Geológicas.

Recursos

- Los estudiantes disponen de apuntes y recursos bibliográficos que deben servir de base a su trabajo, y de referencias bibliográficas esenciales para ampliar información.

- El Departamento de Ciencias de Tierra dispone de un laboratorio de modelización analógica con la infraestructura y el material necesario para la realización del modelo experimental.

Bibliografía

Choukroune, P. (1995). *Déformations et déplacements dans la croûte terrestre*. Masson. Paris, 224 pp.

Cooper, M. A. & Williams, G. D. (eds.) (1989). *Inversion Tectonics*. Geol. Soc. Spec.Pub., classics, 375 pp.

Coward, M.P., Dewey J. F. & Hancock, P. L. (eds.) (1987). *Continental Extensional Tectonics*. Geol. Soc. Special Pub., 28, 637 pp.

Debelmas, J. et Mascle, G. (1991). *Les grandes structures géologiques*. Masson. Paris, 299 pp.

Gratier, J.P. (coord.) (1988). *L'équilibrage des coupes géologiques*. Mem. et Doc. du CAESS, 20, 157 pp.

Hancock, P.L. (ed.) (1994). *Continental deformation*. Pergamon Press, 421 pp.

Kearey, P., Klepeis, K.A. & Vine, F.J. (2008). *Global Tectonics*. Third edition. Wiley-Blackwell, 462 pp.

Marshak, S. & Mitra, G. (1988). *Basic methods of Structural Geology*. Prentice Hall.

- Marzo, M., Muñoz, J.A. & Vergés, J. (eds.) (2002). *Growth Strata*. Sedimentary Geology, 146 (1-2).
- Mattauer, M. (1976). *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Ediciones Omega. Barcelona, 524 pp.
- McClay, K.R. (ed.) (1992). *Thrust Tectonics*. Chapman & Hall, 447 pp.
- Moore, E.M. & Twiss, R. J. (1995). *Tectonics*. Freeman, 415 pp.
- Park, R.G. (1988). *Geological structures and moving plates*. Blackie, 337 pp.
- Ramberg, H. (1967, 1981). *Gravity, deformation, and the Earth's Crust in Theory, Experiments and Geological Applications*. Academic Press. London.
- Schmidt, C. J., Chase, R. B. & Erslev, E. A. (eds.) (1993). *Laramide basement deformation in the Rocky Mountain Foreland of the Western United States*. The Geological Society of America, Special Paper, 280.
- Soto Marín, R. (2002). *Estructuras oblicuas: modelización analógica y ejemplos de la zona surpirenaica*. Tesis de Doctorado. Universidad de Zaragoza, 346 pp.
- Van Der Pluijm, B. & Marshak, S. (2004). *Earth Structure*. Second Edition. Norton, 656 pp.
- Vendeville, B. (1987). *Champs de failles et tectonique en extension*. Modélisation expérimentale. Mém. et Doc. du CAESS, 15, 395 pp.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- 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
- Choukroune, Pierre. Déformations et déplacements dans la croûte terrestre / Pierre Choukroune ; Ouvrage publié avec le concours du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (Direction de l'information scientifique et technique et des bibliothèques) Paris[etc.] : Masson, 1995
- Cooper, M. A. & Williams, G. D. (eds.). Inversion Tectonics. Geological Society of America, 1989
- Coward, M.P., Dewey J. F. & Hancock, P. L. (eds.). Continental Extensional Tectonics. Geological Society, 1987
- Debelmas, Jacques. Les grandes structures géologiques / Jacques Debelmas, Georges Mascle . - 2e éd. rev. et corr. Paris [etc.] : Masson, 1994
- Hancock, P.L. (ed.). Continental deformation. Pergamon Press, 1994
- J Vergés, M Marzo, J.A Muñoz (2002) Growth strata in foreland settings. Sedimentary geology 146(1-2), pp. 1-9. En: Sedimentary geology Amsterdam : Elsevier, 1967- [Publicación periódica]
- Kearey, Philip. Global tectonics / Philip Kearey, Frederick J. Vine . - 3rd ed. Oxford [etc.] : Blackwell Science, 2008
- 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, Ken. Thrust Tectonics. HarperCollins Publishers, 1991
- Moore, Eldridge M.. Tectonics / Eldridge M. Moore, Robert J. Twiss New York : W.H. Freeman, 1995
- Park, R.G.. Geological structures and moving plates / R.G. Park . - 1st ed. reimpr. Glasgow [etc.] : Blackie, 1993
- Ramberg, Hans. Gravity, Deformation and the Earth's Crust : in theory, experiments and geological application . Academic Press, 1981
- Schmidt, C. J., Chase, R. B. & Erslev, E. A. (eds.). Laramide basement deformation in the Rocky Mountain Foreland of the Western United States. Geological Society of America, 1993
- Soto Marín, Ruth. Estructuras oblicuas : modelización analógica y ejemplos de la zona surpirenaica / Ruth Soto Marín [Zaragoza] : Ruth Soto Marín, [2002]
- Van der Pluijm, Ben A.. Earth structure : an introduction to structural geology and tectonics / Ben A. van der Pluijm, Stephen Marshak ; with contributions by Richard W. Allmendinger...[et al.] . 2nd ed. New York ; London : W.W. Norton & Company, cop. 2004