

## **Máster en Iniciación a la Investigación en Geología**

### **60316 - Modelización analógica de procesos tectónicos**

**Guía docente para el curso 2012 - 2013**

**Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 4.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **María Teresa Román Berdiel** mtdjrb@unizar.es
- **Esther Izquierdo Llavall** estheriz@unizar.es

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

Esta asignatura va dirigida a aquellos alumnos que quieren iniciarse en la investigación en Geodinámica Interna y Geología Estructural, por lo tanto los alumnos deben poseer conocimientos básicos en dichas disciplinas de la Geología.

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

##### Información específica

Fecha de inicio de la asignatura: Primer Jueves de Octubre.

Fecha de finalización de la asignatura: Último Jueves lectivo de Diciembre.

Fecha límite de entrega de memorias y presentación pública del trabajo: Penúltimo Jueves de Enero.

---

### **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**  
Conoce los fundamentos de la modelización analógica.

**2:**  
Es capaz de aplicar el principio del dimensionamiento en casos concretos de modelización de procesos tectónicos.

**3:**

Conoce y maneja los principales materiales analógicos y dispositivos experimentales utilizados en modelización tectónica.

**4:**

Interpreta correctamente los resultados obtenidos en los modelos experimentales y plantea hipótesis sobre las condiciones necesarias para la formación de determinadas estructuras de deformación, sobre su nucleación y desarrollo progresivo.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se presentarán los principios teóricos básicos de la modelización analógica aplicada al estudio de la deformación de la litosfera, y se profundizará en su aplicación práctica a procesos de deformación concretos que se simularán en el laboratorio.



---

## 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 los de proporcionar los fundamentos de la modelización analógica, aplicar el principio del dimensionamiento, dar a conocer y permitir manipular los principales materiales analógicos utilizados en campo gravitatorio normal, familiarizar al alumno con algunos de los dispositivos experimentales más utilizados en modelización tectónica, y mostrar su aplicación en distintos aspectos de la deformación de la litosfera (reconstrucción de pliegues y cabalgamientos, fallas normales y direccionales, relaciones tectónica-sedimentación).

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

Esta asignatura forma parte de un grupo de asignaturas de la titulación que constituyen la formación necesaria para aquellos alumnos que quieren iniciarse en la Investigación en Geodinámica Interna y Geología Estructural, y que se enumeran a continuación: *Análisis de paleoesfuerzos: métodos y aplicaciones*, *Modelización analógica de procesos tectónicos*, *Petrofábrica de rocas deformadas y fábrica magnética*, *Paleomagnetismo*, *Cuenca extensionales*, *Neotectónica* y *Sismotectónica*.

Si el alumno va a centrar su futuro en el estudio de la Tectónica Reciente además es aconsejable que curse las asignaturas: *Teledetección aplicada a la Geología*, *Técnicas en Geomorfología*.

En el caso de especializarse en las relaciones tectónica-sedimentación es aconsejable que complete su formación cursando la asignatura *Análisis secuencial y Cicloestratigrafía*.

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

**1:**

Analizar, sintetizar y resumir información de investigaciones previas sobre modelización analógica de procesos tectónicos de manera crítica.

**2:**

Resumir e integrar varios tipos de evidencias para formular y probar hipótesis sobre las deformaciones de la litosfera.

**3:**

Planificar, organizar, conducir y exponer investigaciones sobre modelizaciones experimentales de procesos tectónicos.

**4:**

Recoger, almacenar y analizar datos de modelizaciones tectónicas utilizando las técnicas adecuadas de laboratorio.

**5:**

Comunicar adecuadamente de forma escrita, verbal y gráfica.

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

Las competencias que forma esta asignatura son relevantes para un especialista en Geodinámica Interna y Geología Estructural porque:

Los modelos analógicos ofrecen la oportunidad de investigar la influencia de diferentes parámetros de forma individual en los procesos tectónicos.

Los modelos analógicos permiten estudiar la evolución en tres dimensiones de un modelo específico, aportando una imagen cinemática coherente, que ayudará en la interpretación de los prototipos naturales.

Además la adquisición de las competencias involucradas permitirá al alumno desarrollar su capacidad crítica, de análisis, de síntesis y de comunicación.

---

## **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, que incluye dos grupos de actividades:

1- Asistencia, participación, desarrollo de actividades propuestas en el aula y entrega de un informe de cada uno de los experimentos realizados en el laboratorio. Se valorará el contenido, una buena estructura del informe, buena redacción. Esta parte de la evaluación continua supondrá el 80% de la calificación final del estudiante en la asignatura.

2- Presentación pública de 10' de duración (a modo de comunicación científica en un congreso) de algunos de los experimentos realizados en el laboratorio. Se valorará la capacidad de síntesis, estructura de la presentación, uso de lenguaje científico. Dicha prueba supondrá el 20% de la calificación final del estudiante en la asignatura.

Las dos actividades son obligatorias.

**2:**

Todo aquel estudiante que no supere la asignatura por este procedimiento o que quisiera mejorar su calificación, tendrá derecho a presentarse a una prueba global que consistirá en dos actividades:

1- Elaboración de una trabajo bibliográfico sobre investigaciones realizadas utilizando la modelización analógica como metodología fundamental para resolver determinados aspectos de la deformación de la litosfera. Se valorará la diversidad de fuentes, el contenido, una buena estructura del informe, buena redacción. Dicha prueba supondrá el 80% de la calificación final del estudiante en la asignatura.

2- Presentación pública de 15' de duración del trabajo bibliográfico. Se valorará la capacidad de síntesis, estructura de la presentación, uso de lenguaje científico. Dicha prueba supondrá el 20% de la calificación final del estudiante en la asignatura.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Las actividades de aprendizaje que propone la asignatura para facilitar al estudiante el logro de los resultados previstos se agrupan en tres bloques:

1. Adquisición de conocimientos básicos sobre los fundamentos de la modelización analógica y su aplicación a las deformaciones de la litosfera. Esta acción se lleva a cabo por medio de 10 h de clases teóricas en las que se desarrolla el programa propuesto en el siguiente apartado. Estas sesiones incluyen la resolución en el aula de ejemplos de dimensionamientos. Al estudiante se le suministran Apuntes de la asignatura.
2. Realización de modelos analógicos de casos concretos de procesos tectónicos. Esta acción se llevará a cabo por medio de 30 h de prácticas de laboratorio. En estas sesiones se proporcionará al estudiante las indicaciones necesarias, se atenderán todas las dudas que surjan y se supervisará de manera continuada el trabajo para que el alumno prepare y desarrolle diversos modelos experimentales y evalúe los resultados obtenidos. El programa concreto de experimentos que se realiza varía cada curso en función de la formación previa de los alumnos matriculados. El Departamento de Ciencias de la Tierra dispone de un Laboratorio de Modelización Analógica donde se desarrollan las prácticas de laboratorio.
3. Realización de un informe que recoja los principales resultados obtenidos en cada uno de los modelos experimentales realizados, y presentación oral de algunos de ellos. Al alumno se le suministran las fotos de los experimentos realizados en el laboratorio, y se atienden dudas en horas de tutoría.

### 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:**

I. Definición y finalidad de la modelización analógica en Geología.

II. Esbozo histórico

- Los inicios: Sir James Hall
- La teoría de Hubbert
- La gravedad y la técnica de la centrifugadora: Ramberg y el laboratorio de Upsala
- El descubrimiento de Byerlee: el laboratorio de Rennes
- Modelización termomecánica

III. Principios de la modelización analógica:

- Modelo reológico del sistema estudiado: Perfil reológico de la litosfera
- Dimensionamiento: modelos en campo gravitatorio normal y en campo inducido
- Condiciones en los límites

#### IV. Materiales analógicos para modelización en campo gravitatorio normal

- Arena, Silicona, Soluciones densas
- Obtención de datos

#### V. Dispositivos experimentales

- Reconstrucción de pliegues y cabalgamientos,
- Modelos analógicos de cuñas orogénicas.
- Reconstrucción de fallas normales,
- Modelos analógicos de diapirismo relacionado con extensión.
- Reconstrucción de fallas direccionales y zonas de cizalla,
- Modelos analógicos de deformación plana (cizallas pura y simple).
- Reconstrucción de domos y diapiros,
- Modelos analógicos de intrusiones graníticas.
- Modelos a escala litosférica,
- Experimentos sobre la iniciación de la subducción en márgenes de tipo atlántico.

#### VI. Límites y perspectivas de la modelización analógica en Tectónica.

#### VII. Otras modelizaciones analógicas en Geología

- Modelización experimental de la dinámica del relieve

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

#### 4 créditos ECTS:

- Horas de teoría: 10
- Horas de prácticas (Laboratorio): 30
- Horas otros (Trabajo personal): 60
- Total horas: 100

El horario previsto será:

Jueves de 8.00 a 12.00, y de 16.00 a 18.00 (ó de 12.00 a 14.00 si no hay conferencia).

Lugar de impartición:

Las sesiones se impartirán en el *Seminario 19 y el Laboratorio 21 del Área de Geodinámica* (Planta 2 del Edificio C).

Presentación de trabajos:

Los informes de las prácticas de laboratorio se entregarán la semana siguiente a su realización.

La presentación pública deberá realizarse el Jueves 24 de Enero de 2013, de 10 a 12h.

## Recursos

### Bibliografía

Buiter, S.J.H. & Scheurs, G. (eds.) 2006. Analogue and Numerical Modelling of Crustal-Scale Processes. *Geol. Soc. Special Publications*, 253.

Davy, P. & Cobbold, P. R. 1991. Experiments on shortening of 4-layer model of continental lithosphere. *Tectonophysics* 188, 1-25.

Dixon, J. & Summers, J. M. 1985. Recent developments in centrifuge modelling of tectonic processes: equipment, model construction techniques and rheology of model materials. *Journal of Structural Geology* 7, 83-102.

Faccenna, C., Giardini, D., Davy, P. & Argentieri, A. 1999. Initiation of subduction of Atlantic-type margins: insights from

laboratory experiments. *J. Geophys. Res.* 104, 2749-2766.

Hubbert, M. K. 1937. Theory of scale models as applied to the study of geologic structures. *Geological Society of America Bulletin* 48.

Koyi, H. 1997. Analogue modelling: from a qualitative to a quantitative technique - a historical outline. *Journal of Petroleum Geology*, 20 (2), 223-238.

Koyi, H. & Mancktelow, N. (eds.) 2001. Tectonic Modelling: A Volume in Honor of Hans Ramberg. *Geol. Soc. Am. Memoir* 193.

Peltzer, G. & Tapponnier, P. 1988. Formation and evolution of strike-slip faults, rifts and basins during the India-Asia collision: an experimental approach. *J. Geophys. Res.* 93, 15,085-15,117.

Ramberg, H. 1967, 1981. *Gravity, Deformation, and the Earth's Crust in Theory, Experiments and Geological Applications*. 1st & 2nd edition Academic-Press, London, New York.

Schellart, W. 2002. Analogue modelling of large-scale tectonic processes: an introduction. *Journal of the Virtual Explorer*, 7, doi:10.3809/jvirtex.2002.00045.

Vendeville, B., Cobbold, P. R., Davy, P., Brun, J. P. & Choukroune, P. 1987. Physical models of extensional tectonics at various scales. in: M. P. Coward, J. F. Dewey & P. L. Hancock. *Continental Extensional Tectonics*. Geol. Soc. Special Pub., 28, 95-107.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- DAVY, P.- Experiments on shortening... En: *Tectonophysics* : international journal of geotectonics and the geology and physics of the interior of the earth. V.188, p.1-25 (1991) [Publicación periódica]
- Dixon, J.- Recent developments in centrifuge modelling... En: *Journal of structural geology*. V.7, p. 83-102, (1985) [Publicación periódica]
- FACCENNA, C.- Initiation of subduction of Atlantic-type margins...En: *Journal of geophysical research. Serie B, Solid Earth and planets*. V.104, p. 2749-2766, (1999) [Publicación periódica]
- HUBBERT, M.K.- Theory of scale models as applied to... En: *Geological Society of America Bulletin*. V. 48, p.1459-1519, (1937) [Publicación periódica]
- KOYI, H.- Analogue modelling: from a qualitative technique... En: *Journal of Petroleum Geology*. V. 20, p.223-238, (1997) [Publicación periódica]
- PELTZER, G.- Formation and evolution of strike... En: *Journal of geophysical research. Serie B, Solid Earth and planets*. V. 93, p.15085-15117, (1988) [Publicación periódica]
- Ramberg, H.. *Gravity, Deformation and the Earth's Crust in Theory, Experiments and Geological Applications*. Academic Press,1981