

**1.- Datos de la Asignatura**

Titulación	INGENIERÍA DE MATERIALES					
Centro	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA					
Denominación	TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN				Código	10906
Plan	1999-2000		Ciclo	2º	Curso	1º
Carácter <sup>1</sup>	T		Periodicidad <sup>2</sup>	C2		
Créditos LRU	<b>T</b>	2	<b>P</b>	2.5	Créditos ECTS	4.5
Área	CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA					
Departamento	GEOLOGÍA					
Aula / Horario / grupo	116		MARTES 18 A 19 HORAS		15 ALUMNOS	
Laboratorio / Horario / grupo	210		VIERNES 9.30 A 11.30		15 ALUMNOS	
Informática / Horario / grupo						
Plataforma Virtual	Plataforma:					
	URL de Acceso:					

<sup>1</sup> *Troncal, Obligatoria, Optativa (abreviatura T, B, O)*

<sup>2</sup> *Anual, 1º Cuatrimestre, 2º Cuatrimestre (A, C1, C2).*

**Datos del profesorado\***

Profesor Responsable / Coordinador	ASCENSIÓN MURCIEGO MURCIEGO				
Departamento	GEOLOGÍA				
Área	CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA				
Centro	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA				
Despacho	201	Grupo / s			
Horario de tutorías	MARTES DE 16 A 18 HORAS Y VIERNES DE 11.30 A 13.30 HORAS				
URL Web					
E-mail	murciego@usal.es	Teléfono	923 294493 980545000 (ext. 3652)		

**2.- Sentido de la materia en el plan de estudios\***

**Bloque formativo al que pertenece la materia**

Estructura, descripción y caracterización de los materiales.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.**

Conocer las técnicas difractométricas, microscópicas, espectroscópicas y otras que permitan la caracterización estructural de los materiales.

**Perfil profesional.**

Adquirir conocimientos y orientar para que el alumno se integre en industrias de:  
Caracterización y Evaluación de Materiales, Control de Calidad de Materiales, Mantenimiento y Durabilidad de Materiales, Seguridad Estructural y Predicción de la Vida en Servicio, Análisis y Homologación de Materiales, Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) de Materiales, Docencia.

**3.- Recomendaciones previas\***

Conocimientos de física, química, matemáticas, cristalografía y mineralogía.  
Haber cursado las asignaturas “Estructura de los materiales”, “Comportamiento óptico de materiales” y “Transformaciones de estructura”.

**Datos Metodológicos**

**4.- Objetivos de la asignatura (Generales y Específicos)**

## OBJETIVOS GENERALES

- Conocimiento de los fundamentos teóricos y los aspectos prácticos de diferentes técnicas de caracterización (difractométricas, microscópicas, espectroscópicas y otras) para determinar ante una muestra de material concreto qué información podemos obtener, cómo obtenerla y cómo interpretarla.
- Introducir al alumno en la planificación y realización de un proceso de caracterización.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El alumno será capaz de:

- Explicar el fundamento de las diferentes técnicas de caracterización.
- Identificar las partes de los diferentes instrumentos de observación y/o medida.
- Seleccionar las técnicas que habría que utilizar en un proceso de caracterización en función de la información que se pretenda obtener.
- Interpretar difractogramas, espectros e imágenes microscópicas.
- Reconocer propiedades ópticas al microscopio polarizante.
- Hacer una lectura reflexiva y crítica de artículos sobre caracterización de materiales, valorando cómo las técnicas utilizadas contribuyen a la consecución de los objetivos propuestos.

## 5.- Contenidos

### CONTENIDOS TEÓRICOS

#### BLOQUE I.

Tema 1. Introducción. Clasificación de las técnicas instrumentales desde el punto de vista fundamental y de sus aplicaciones. Glosario de términos y acrónimos de las diferentes técnicas.

#### BLOQUE II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X.

Tema 2. Los rayos X: naturaleza, propiedades y producción. El tubo de rayos X. Espectros continuo y característico. Detección de los rayos X.

Tema 3. Geometría de la difracción. Difracción de los rayos X por el cristal. Ecuaciones de Laue. Ley de Bragg. Construcción de Ewald. Intensidad de los haces difractados.

Tema 4. Métodos de difracción de rayos X. Métodos de monocristal. El método de Laue. Métodos de polvo. La cámara de Debye-Scherrer. El difractómetro de polvo. Preparación de muestras. Aplicaciones.

#### BLOQUE III. TÉCNICAS MICROSCÓPICAS

##### MICROSCOPIA ÓPTICA

Tema 5. El microscopio óptico. Principios básicos. El microscopio de polarización y sus partes. Preparación de muestras. Comportamiento óptico de los materiales al microscopio.

Tema 6. Óptica de luz transmitida. Observaciones con luz paralela. Observaciones con nicoles

cruzados: ortoscópicas y conoscópicas.

Tema 7. Óptica de luz reflejada. Observaciones con luz natural. Observaciones con nícoles cruzados.

#### MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Tema 8. El microscopio electrónico de barrido. Principios básicos. Componentes esenciales. Interacción de un haz de electrones con la materia. Formación de la imagen. Microanálisis. Preparación de muestras. Aplicaciones. La microsonda electrónica.

Tema 9. Microscopio electrónico de transmisión. Principios básicos. Formación de la imagen. Difracción de electrones. Microscopía de alta resolución. Preparación de muestras. Aplicaciones.

#### MICROSCOPIAS DE SONDA DE BARRIDO (SPM)

Tema 10. Microscopía de Efecto Túnel. Microscopía de Fuerza Atómica. Aplicaciones de ambas microscopías.

#### BLOQUE IV. TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS

Tema 11. Introducción a la espectroscopía. Espectroscopías de absorción y emisión: principios básicos. Instrumentación. Aplicaciones.

Tema 12. Espectroscopías vibracionales: infrarrojo y Raman. Fundamento teórico e instrumentación. Preparación de muestras. Aplicaciones.

#### BLOQUE V. OTRAS TÉCNICAS

Tema 13. Análisis térmico. Resonancia magnética nuclear y de spin electrónico.

#### CONTENIDOS PRÁCTICOS

##### PRÁCTICAS EN EL AULA

- Interpretación de difractogramas de materiales mono y polifásicos
- Introducción a la interpretación de espectros IR y Raman
- Introducción a la interpretación de espectros ATD-TG
- Observación e introducción a la interpretación de imágenes al microscopio electrónico de barrido.
- Lectura y comentario crítico de artículos sobre caracterización de materiales.

##### PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO

- Observación de propiedades ópticas al microscopio polarizante en luz transmitida (materiales transparentes) y en luz reflejada (materiales opacos). Se dispondrá de láminas delgadas, probetas pulidas y láminas delgadas pulidas así como de algunas muestras de mano de diferentes materiales.

##### PRÁCTICAS EXTERNAS

Visita a Centros y/o Empresas en los que se lleva a cabo la caracterización de materiales. Se aprovechará para realizar la caracterización completa de un determinado material (siempre que sea posible). La interpretación y discusión de los resultados así como la obtención de conclusiones se realizará en el aula, en un seminario organizado a tal fin.

## 6.- Competencias a adquirir\*

Competencias Específicas. (En relación a los conocimientos, habilidades. y actitudes: conocimientos destrezas, actitudes...)

Conocimientos disciplinares (saber):

Estructura, descripción y caracterización de materiales  
Ingeniería de superficies  
Tecnología y aplicaciones de los materiales

Conocimientos profesionales (saber hacer):

Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones.  
Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización.

Transversales: (Competencias Instrumentales: <cognitivas, metodológicas, tecnológicas o lingüísticas>; Competencias Interpersonales <individuales y sociales>; o Competencias Sistémicas. <organización, capacidad emprendedora y liderazgo>

Competencias instrumentales:

Capacidad de síntesis y análisis  
Capacidad oral y escrita en la lengua nativa  
Conocimiento de inglés.  
Resolución de problemas

Competencias interpersonales:

Capacidad de trabajo en equipo  
Capacidad de trabajo interdisciplinar  
Razonamiento crítico

Competencias sistémicas:

Anticipación a los problemas  
Adaptación a nuevas situaciones  
Iniciativa

## 7.- Metodologías

- Clase expositiva en la que el alumno podrá participar de forma activa, respondiendo a las preguntas que el profesor formule o preguntando aquello que no comprenda o que le pueda suscitar la explicación.
- Clases basadas en la investigación: lectura y comentario crítico de artículos sobre caracterización de materiales. Exposición y debate.
- Clases prácticas en las que se interpretarán los resultados obtenidos mediante diferentes técnicas.
- Clases de laboratorio asistidas por el profesor.
- Ofertas virtuales: búsqueda de material en la red sobre técnicas más utilizadas en la caracterización de materiales y consulta de diferentes páginas web en las que el alumno pueda realizar prácticas guiadas.
- Acceso a plataformas virtuales para la educación (Moodle) del entorno de la asignatura.
- Tutoría virtual a través de correo electrónico.
- Tutoría presencial.
- Asesoramiento para la realización del informe de la visita a centros de investigación y/o empresas.

#### 8.- Previsión de Técnicas (Estrategias) Docentes\*

Opcional para asignaturas de cualquier curso			
	Horas presenciales	Horas no presenciales	Horas totales
Clases magistrales	15		15
Clases prácticas	20		20
Seminarios	1		1
Exposiciones y debates	1		1
Tutorías	4		4
Actividades no presenciales		4	4
Preparación de trabajos	2		2
Otras actividades			
Exámenes	2		2
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>49</b>

*\*Esta tabla está pensada para aquellas asignaturas que **no** han sido planificadas teniendo en cuenta los créditos ECTS.*

#### 8.- Previsión de Técnicas (Estrategias) Docentes\*

Opcional para asignaturas de 1er curso				
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.	Horas de trabajo autónomo del alumno	Horas totales
Clases magistrales	15		15	30
Clases prácticas	20		15	35
Seminarios	1		4	5
Exposiciones y debates	1		4	5
Tutorías	4			4
Actividades no presenciales		4		4
Preparación de trabajos	2		15	17
Otras actividades				
Exámenes	2		13	15
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>66</b>	<b>115</b>

*\*Para las asignaturas cuya estructura y organización se haya realizado en base a los créditos ECTS.*

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
<p>Aballe, M., López Ruiz, J., Badía, J.M. y Adeva, P. (1996). Microscopía electrónica de barrido y microanálisis por rayos X. CSIC y Rueda, Madrid.</p> <p>Bermúdez Polonio, J. (1981). Métodos de difracción de rayos X: principios y aplicaciones. Pirámide, Madrid.</p> <p>Bish, D.L. y Post, J.E. (Ed.) (1989). Modern powder diffraction. Reviews in Mineralogy, vol. 20. Ed. Mineralogical Society of America.</p> <p>Bloss, F.D. (1994). Introducción a los métodos de cristalografía óptica. Omega, Barcelona.</p> <p>Craig, J.R. and Vaughan, D.J. (1994). Ore microscopy and ore petrography. John Wiley &amp; Sons, New York.</p> <p>Faraldos, M. Y Goberna, C. Eds. (2003). Técnicas de análisis y caracterización de materiales. CSIC</p> <p>Farmer, V.C. (1994). The infrared spectra of minerals. Mineralogical Society of America.</p> <p>González, R., Pareja, R. y Ballesteros, C. (1991). Microscopía electrónica. Eudema, Madrid.</p> <p>Hunter, E. et al. (1993). Practical Electron Microscopy: A Beginner's Illustrated Guide.</p> <p>JCPDS (1983). Mineral Powder Diffraction File. 3 vols. (Data Book, Search Manual and Group Data Book). Joint Comité on Powder Diffraction Standards. Swarthmore.</p> <p>Kerr, P.F. (1965). Mineralogía óptica. Ediciones del Castillo, S.A., Madrid.</p> <p>Nyquist, R.A. y Kagel, R.O. (1971). Infrared spectra of inorganic compounds. Academia Press.</p> <p>Olsen, E.D. (1986). Métodos ópticos de análisis. Reverté, S.A., Barcelona.</p> <p>Picot, P. y Johan, Z. (1982). Atlas des minéraux métalliques. Elsevier Scientific Publ. Company.</p> <p>Ramdohr, P. (1980). The ore minerals and their intergrowths. Pergamon Press, Oxford, 2 vols.</p> <p>Rodríguez Gallego, M. (1982). La difracción de los rayos X. Alambra, Madrid.</p> <p>Rubinson, K.A. y Rubinson, J.F. (2000). Análisis Instrumental. Prentice Hall, Madrid.</p> <p>Rull Pérez, F (Coord.) (1993). Espectroscopía IR y Raman de cristales y minerales. Universidad de Valladolid.</p> <p>Skoog, D.A. y Leary, J.J. (1994). Análisis Instrumental. McGraw-Hill, Madrid.</p> <p>Von Heimendahl, M. (1980). Electron Microscopy of Materials. Academia Press, New Cork.</p> <p>Williams, D.B., Carter, C. y Barry (1996). Transmisión Electrón Microscopy: A text book for</p>

Materials Science.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Artículos técnicos y de investigación que el profesor facilitará y otros que el propio alumno buscará.
- Consulta de páginas web recomendadas:

[http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis\\_instrumental/microscopia/sem.html](http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis_instrumental/microscopia/sem.html)

<http://www.matter.org.uk/diffraction>

[www.mty.itesm.mx/dia/deptos/im/m00-862/Lecturas/SEM\\_ICP.pdf](http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/im/m00-862/Lecturas/SEM_ICP.pdf)

[http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis\\_instrumental/microscopia/sem.html](http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis_instrumental/microscopia/sem.html)

<http://www.uned.es/cristamine/mineral/metodos/sem.htm>

[http://www.uma.es/servicios/scai/micr\\_elec/fundamentos.html](http://www.uma.es/servicios/scai/micr_elec/fundamentos.html)

<http://www.cabierta.uchile.cl/revista/28/articulos/pdf/edu3.pdf>

<http://geologia.ujaen.es/opticamineral/>

<http://mineralogia.sytes.net/optica/busqueda.php>

Prácticas guiadas:

<http://www.ehu.es/imacris/PIE04> , PIE05, PIE06 .

Al inicio de cada bloque temático los alumnos dispondrán del contenido del mismo en formato papel o en soporte electrónico.

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Se realizará una prueba de nivel (examen) al final de la asignatura.  
A lo largo del curso se llevarán a cabo sesiones de repaso con el fin de que los conceptos más relevantes queden clarificados y fijados antes de realizar la prueba final.

### Criterios de evaluación

La evaluación y consecuente calificación del trabajo realizado por el alumno se llevará a cabo mediante la concurrencia a una prueba de nivel a la que corresponderá el 85% de la calificación final. El 15% restante corresponderá a la calificación de tareas propuestas por el profesor y del informe de la visita realizada.

### Instrumentos de evaluación

La prueba de nivel que se realizará a final de curso constará de tres partes:

- a) Un ejercicio teórico-práctico que incluirá un número variable de preguntas cortas. Constituirá el 75% de la nota global.
- b) Un ejercicio práctico dedicado al reconocimiento de propiedades ópticas de diferentes materiales al microscopio polarizante al que corresponderá el 5% de dicha nota.
- c) Comentario de un artículo de investigación que incluya la contribución que las técnicas utilizadas en él hacen a la consecución de los objetivos propuestos en el mismo (5% de la nota global).

El 15% restante se repartirá equitativamente entre tareas propuestas por el profesor a lo largo del curso y el informe de la visita realizada.

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

Revisión de los conceptos expuestos a lo largo del curso.  
Asistencia a tutorías en las fechas y horas fijadas.  
Asistencia a las clases de repaso.  
Trabajo personal y resolución de ejercicios.  
Lectura y comentario crítico de artículos de investigación dedicados a la caracterización de materiales.