

## Grado de Ingeniería en Explotación de Minas y Recursos Energéticos

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Tecnología Geotérmica

**Denominación en inglés:**

GEOHERMAL TECHNOLOGY

**Código:**

606810316

**Carácter:**

Optativo

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
<b>Trabajo estimado:</b>	150	60	90

**Créditos:**

Grupos reducidos				
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4	1.5	0	0.5	0

**Departamentos:**

Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la  
Construcción

**Áreas de Conocimiento:**

Explotación de Minas

**Curso:**

4º - Cuarto

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Sánchez de la Campa  
Verdona, Ana María

**E-Mail:**

ana.sanchez@pi.uhu.es

**Teléfono:**

959 21 98 55

**Despacho:**

ETSI PB20/ CIQSO 1.04

\*Profesor coordinador de la asignatura

## 1. Descripción de contenidos

### 1.1. Breve descripción (en castellano):

la energía geotérmica es la energía calorífica contenida bajo la superficie sólida de la tierra, que se pone de manifiesto en las surgencias de agua caliente en manantiales termales, fumarolas, erupciones volcánicas, etc. La geotermia es la ciencia que estudia el calor terrestre, su origen, distribución y aprovechamiento. Abarca los procesos y técnicas utilizadas para la exploración, evaluación y explotación de los yacimientos geotérmicos. Se estudiarán los siguientes bloques temáticos:  
 INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES.  
 YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS. INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLOGICAS.  
 EVALUACIÓN, APROVECHAMIENTO, INVERSIONES Y MARCO LEGAL DE LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS.

### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Geothermal energy is the caloriphic energy contained in the solid earth surface, which is revealed in the hot springs in thermal springs, fumaroles, volcanic eruptions, etc.. Geothermal is the science of terrestrial heat, their origin, distribution and use. It covers the processes and techniques used for exploration, evaluation and exploitation of geothermal reservoirs.

INTRODUCTION AND BACKGROUND.

GEOHERMAL RESERVOIR. GEOLOGICAL AND HIDROGEOLOGICAL TECHNICAL RESEARCH.

EVALUATION, DEVELOPMENT, INVESTMENTS AND LEGAL FRAMEWORK OF GEOTHERMAL RESERVOIRS.

## 2. Situación de la asignatura

### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

Esta asignatura se enmarca dentro del 4º curso del GRADO EN INGENIERÍA EN EXPLOTACIONES DE MINAS Y RECURSOS ENERGÉTICOS como optativa.  
 Es una materia necesaria y fundamental en el contexto minero y de obra civil, ya que muchas empresas privadas y públicas, relacionadas con el ámbito de las energías renovables contratan a profesionales de la minería para desarrollar sus actividades.

### 2.2. Recomendaciones:

Por el contexto dentro de la titulación es conveniente tener aprobadas las asignaturas de primer,segundo y tercer curso.

## 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

Se trata de desarrollar los contenidos de las directrices generales marcadas por el Gobierno, sobre la tecnología geotérmica, en la Titulación de Grado de Ingeniería en Explotación de Minas y Recursos Energéticos.

Se pretende dar la respuesta adecuada a cuestiones tan fundamentales para el titulado como son la adquisición de conocimientos relacionados con las siguientes materias:

INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS.  
 INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLOGICAS DE LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS.  
 EVALUACIÓN, APROVECHAMIENTO, INVERSIONES Y MARCO LEGAL DE LOS YACIMIETOS GEOTÉRMICOS.

## 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

### 4.1. Competencias específicas:

### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB1:** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- **CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- **CB3:** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- **CB4:** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **CG07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **CG16:** Sensibilidad por temas medioambientales
- **CG20:** Capacidad para trabajar en un equipo de carácter multidisciplinar
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones de Campo de aproximación a la realidad Industrial.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas de Campo en grupos reducidos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

Para desarrollar las competencias a adquirir en esta asignatura se emplearán las actividades docentes formativas que se citan a continuación:

- Las sesiones académicas de teoría consistirán en exposición de los temas recogidos en el temario mediante presentaciones en Powerpoint, haciendo partícipe a los alumnos de las cuestiones a tratar en cada uno de los temas.
- En horas asignadas a grupos reducidos se impartirán contenidos especializados en la materia sobre cuestiones de interés en el campo de la asignatura.
- Se encomendará a los alumnos la elaboración de un trabajo complementario de la asignatura, que pueden ser individual o en grupo para su posterior exposición en clase.

## 6. Temario desarrollado:

### **BLOQUE I. INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES.**

TEMA 1. LA ESTRUCTURA DE LA TIERRA: Tectónica de placas (límites divergentes, convergentes y conservativos). Orógenos. Puntos calientes

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

POUS J. et al. (2004). "Energía geotérmica". Ed. Ceac. Barcelona. Tema 1.

TEMA 2. ASPECTOS GENERALES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA: Definición, origen y usos de la energía geotérmica. Mecanismos de propagación del calor. Recursos geotérmicos. Renovabilidad, utilización y desarrollo de la energía geotérmica. Efectos sobre el medio ambiente. Ventajas e inconvenientes.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap.1

POUS J. et al (2004). "Energía geotérmica". Ed. Ceac. Barcelona. Tema 2.

TEMA 3. YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS: Clasificación. Yacimientos de alta, media, baja y muy baja temperatura. Yacimientos geopresurizados. Yacimientos de roca caliente seca (HDR). Sistemas geotérmicos estimulados (EGS). Sistemas marinos. Sistemas magmáticos.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 2

### **BLOQUE II. YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS. INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS.**

TEMA 4. INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS EN YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS: Fluidos geotérmicos. Generalidades y estrategias en la investigación. Técnicas geológicas e hidrogeológicas en geotermia.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 3, 4, 5.

TEMA 5. TÉCNICAS GEOQUÍMICAS EN LA INVESTIGACIÓN GEOTÉRMICA. Geotermómetros (hidroquímicos, gaseosos, modelos de mezcla, isotópicos). Los isótopos en la investigación geotérmica.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 6.

TEMA 6. MÉTODOS GEOFÍSICOS APLICADOS EN GEOTERMIA: Introducción. Propiedades físicas asociadas a los sistemas geotérmicos. Métodos de investigación geofísica (térmicos, eléctricos, electromagnéticos, sísmicos, magnético, gravimétrico, testificación geofísica de sondeos)

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 7.

TEMA 7. SONDEOS GEOTÉRMICOS: Introducción. Métodos de perforación. Características especiales de los sondeos geotérmicos.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 8.

TEMA 8. INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS SEGÚN SU ENTALPÍA: Introducción. Investigación de los yacimientos de alta, media, baja y muy baja temperatura.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 9.

### **BLOQUE III. EVALUACIÓN, APROVECHAMIENTO, INVERSIONES Y MARCO LEGAL DE LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS.**

TEMA 9. EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS DE ALTA, MEDIA Y BAJA TEMPERATURA: Evaluación del almacén. Cálculo de recursos/reservas geotérmicas. Pruebas de producción. Programa de producción.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 10.

TEMA 10. APROVECHAMIENTO DE LOS FLUIDOS GEOTÉRMICOS: Consideraciones sobre la producción eléctrica. Utilización directa del calor geotérmico. Campos de alta temperatura. Campos de media temperatura. Centrales de ciclo híbrido. Campos de baja temperatura. Campos de muy baja temperatura. Campos geopresurizados. Aprovechamiento en cascada.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 11.

TEMA 11. POTENCIAL GEOTÉRMICO EN ESPAÑA. INVERSIONES Y COSTES. MARCO LEGAL: Potencial geotérmico en España. Centrales geotérmicas para la producción de electricidad. Aprovechamiento directo del calor. Futuro. Marco regulatorio de la UE. Normativa española. Comentarios

#### **BIBLIOGRAFÍA**

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID. Cap. 12, 13, 14.

### **PROGRAMA DE PRÁCTICAS**

PRÁCTICAS DE CAMPO (En función de la disponibilidad)

Visitas a explotaciones mineras, dependiendo de la disponibilidad económica y de la colaboración externa.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID.  
POUS J. et al. (2004). "Energía geotérmica". Ed. Ceac. Barcelona

### 7.2. Bibliografía complementaria:

BOSÉ, J., PARKER, J., (1984). "Ground-coupled heat pump research", ASHRAE Trans 89 (2B), 375–390, CALOR ACOPLADA AL TERRENO. Tesis doctoral de Teresa Magraner Benedicto. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Física Aplicada. Marzo 2010.

ÇENGEL, Y.A. (2004). "Transferencia de Calor". McGraw-Hill, México,

CORBERÁN, J.M (2002 a 2004). "Aprovechamiento del calor residual de origen geotérmico para la mejora energética en la producción de frío/calor en el Área Mediterránea", MICyT, PROFIT: Programa Nacional de Energía, FIT 120202-2002-7.

CREUS A. (2008). "Energía geotérmica de baja temperatura". Ed. Ceysa.

FANCHI, J. R. (2004) "Energy. Technology and directions for the future". Elsevier Academic press. London. U.K.

FERNÁNDEZ SALGADO, J. M. (2009); "Tecnología de las Energías Renovables"; AMV EDICIONES

GONZÁLEZ VELASCO, JAIME; (2009) "Energías renovables";

JARABO, F. y ELORTEGUI, N.; Energías renovables. SAPT Publicaciones Técnicas, S.L. Madrid (2000). Capítulo 8.

LÓPEZ SAKO, M. J. (2009); "Regulación y autorización de los parques eólicos". Ed. Aranzadi S. A.

MADRID VICENTE, A. (2008); "Energías renovables Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones"; AMV EDICIONES

ORCHE E. (2011). "Energía geotérmica". UD. PROYECTOS E.T.S.I. MINAS U. POLITÉCNICA MADRID

POUS J. et al. (2004). "Energía geotérmica". Ed. Ceac. Barcelona

T. MAGRANER, A. MONTERO, S. QUILIS, J.F.URCHUEGUÍA (2010). "Energy and Buildings" 42, 2010.

VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE BOMBA DE WEBS SITE

<http://www.igme.es/internet/Geotermia/Los%20yacimientos%20geot%20E9rmicos.htm>

<http://www.igme.es/internet/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm>

<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/publicaciones/genElectricidad/Paginas/Generaciondeelectricidad.aspx>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_geot%C3%A9rmica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_geot%C3%A9rmica)

<http://www.lageo.com.sv/perfil.php>

<http://www.monografias.com/trabajos93/generacion-energia-geotermica/generacion-energia-geotermica2.shtml#ixzz2ZZvHXruF>

<http://www.engineering.uoit.ca>

<http://www.pangea.stanford.edu>

<http://www.wikimedia.org>

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Para las convocatorias ordinarias y extraordinarias, evaluación continua con la siguiente distribución de puntuaciones:

- 60 % Examen
- 10 % Seguimiento individual del estudiante
- 10% informes de prácticas
- 20 % Defensa de trabajos e informes escritos

Para dar cumplimiento al seguimiento del alumnado se opta por una presencialidad de al menos el 75%, valorándose la actitud y aptitud del alumnado.

Para cada convocatoria ordinaria o extraordinaria, el alumnado que no se puedan acoger a la evaluación continua será calificado únicamente en base a un examen final donde el alumnado tiene que demostrarla adquisición de las competencias relativas a la asignatura de manera autónoma (CB1, CB2, CB3, CB4, CG7, CG16, CG20, CT2, CT3 y CT4), prescindiendo de los procedimientos de enseñanza-aprendizaje desarrollados en el periodo docente. Dicha prueba versará sobre una serie de preguntas cortas de desarrollo y/o tipo test sobre el temario impartido.

También se contempla que los requisitos mínimos para la obtención de la mención de "Matrícula de Honor" sea, obtener una calificación de sobresaliente (10) en todas y cada una de las actividades de evaluación.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	2.5	1	0	0	0		Presentación y reparto de tareas	
#2	3	1	0	0	0		Tema 1	
#3	2.5	1	0	0	0		Tema 2	
#4	3	1	0	0	0		Tema 3	
#5	2.5	1	0	0	0		Tema 4	
#6	3	1	0	0	0		Tema 5	
#7	2.5	1	0	0	0		Tema 6	
#8	3	1	0	0	0		Tema 7	
#9	2.5	1	0	0	0		Tema 8	
#10	3	1	0	0	0		Tema 9	
#11	2.5	1	0	0	0		Tema 10	
#12	2.5	1	0	0	0		Tema 11	
#13	2.5	1	0	0	0		Tema 12	
#14	2.5	1	0	0	0		Seminario y evaluación	
#15	2.5	1	0	0	5		Visita de campo	
	40	15	0	0	5			