



Grado de Ingeniería en Explotación de Minas y Recursos Energéticos, Doble Grado en Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Explotación de Minas y Recursos Energéticos

DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre:

Tecnología Geotérmica

Denominación en inglés:

GEOHERMAL TECHNOLOGY

Código:

606810316, 707000111

Carácter:

Optativo

Horas:

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	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:**E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

*Sánchez de la Campa
Verdona, Ana María

ana.sanchez@pi.uhu.es

959 21 98 55

ETSI PB20/ CIQSO 1.04

Boente López, Carlos	carlos.boente@dimme.uhu. es		Escuela Técnica Superior de Ingeniería
----------------------	--------------------------------	--	---

*Profesor coordinador de la asignatura

[Consultar los horarios 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.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- 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.

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. Potencial geotérmico en España.

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.

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.

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

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).

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

TEMA 8. INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS SEGÚN SU ENTALPÍA: Introducción. Investigación de los yacimientos de alta, media, baja y muy baja temperatura. Evaluación del almacén. Cálculo de recursos/reservas geotérmicas. Pruebas de producción. Programa de producción.

BLOQUE III. APROVECHAMIENTO DE YACIMIENTOS DE ALTA Y BAJA ENTALPÍA: MARCO LEGAL DE LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS.

TEMA 9. CENTRALES GEOTÉRMICAS: Consideraciones sobre la producción de energía eléctrica. Centrales geotérmicas de líquido saturado: Single Flash y Double Flash. Centrales de vapor saturado. Centrales de ciclo binario.

TEMA 10. CLIMATIZACIÓN DE EDIFICACIONES: Circuitos de climatización. La bomba de calor. Software de diseño.

TEMA 11. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y NORMATIVOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN ESPAÑA: Estado actual de la normativa. Tramitación y permisos. Marco normativo y retributivo. Procedimiento normativo para aprovechamientos geotérmicos de baja y muy baja temperatura.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS:

PRÁCTICAS DE CAMPO

Visitas a empresas de instalación de climatizaciones geotérmicas, dependiendo de la disponibilidad económica y de la colaboración externa.

PRÁCTICAS DE AULA

Aprovechamiento de yacimientos de alta, media y baja entalpía (Tema 9 y 10):

- Diseño de centrales geotérmicas de líquido saturado (Single Flash y Double Flash)
- Diseño de centrales de vapor saturado (Dry Steam)
- Centrales de ciclo binario
- Diseño de climatización geotérmica de viviendas mediante software

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

VEGA REMESAL, A. et al. (2010). "Guía Técnica de Generación Eléctrica de Origen Geotérmico". Edita: Com. Madrid.

MORAÑO RODRÍGUEZ, J. y GUILLÉN VIÑAS, J.L. (2010). "Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Profundos". Edita: Com. Madrid.

7.2. Bibliografía complementaria:

DIPIPO, R. (2005). "Geothermal power plants", 3rd edition. BH Ed.
 WATSON, A. (2013). "Geothermal Engineering: Fundamentals and Applications", Springer Ed.
 PELLIZZONE, A. et al. (2018). "Geothermal Energy and Society", Springer Ed.
 BREARLEY, L. (2018). "Geothermal Energy: The energy inside our planet", Scholastic Ed.
 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 temperature". 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
 1. MAGRANER, A. MONTERO, S. QUILIS, J.F.URCHUEGUÍA (2010). "Energy and Buildings" 42, 2010.

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:

- 50 % Examen
- 20 % 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 ordinario 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 reativas 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 10	
#13	2.5	1	0	0	0		Tema 11	
#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			