



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN EXPLORACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS GEOTÉRMICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa de Actividad Académica



Denominación: INTRODUCCIÓN AL MODELADO DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS

Clave:	Semestre: 2	Campo de Conocimiento: Ingeniería en Ciencias de la Tierra Campo Disciplinario: Exploración y Aprovechamiento de Recursos Geotérmicos; Campo Terminal: Modelado	No. Créditos: 6
Carácter: Obligatorio de elección	Horas		Horas por semestre:
Tipo: Teórico-práctico	Teoría:	Práctica:	Horas por semana
	2.0	1.0	3.0
Modalidad: Curso Teórico-práctico	Duración del programa: semestral		
Seriación: Sin Seriación (X) Obligatoria () Indicativa ()			
Actividad académica subsecuente: Ninguna			
Actividad académica antecedente: Ninguna			
Objetivo general: El alumno utilizará las herramientas físico matemáticas necesarias para generar una representación espacial de los reservorios geotérmicos, así como simular el transporte de agua, vapor, gas no condensable y calor en medios porosos y fracturados.			

Índice Temático

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos de sistemas geotérmicos	3.0	0.0
2	Modelos simples cuantitativos	4.0	2.0
3	Registros de pozos	3.0	0.0
4	Interpretación de registros de pozos	3.0	3.0
5	Cuantificación de parámetros del yacimiento	3.0	3.0
6	Modelado conceptual de yacimientos	2.0	1.0
7	Etapas del modelado	3.0	0.0
8	Introducción al modelado computacional de sistemas geotérmicos	3.0	3.0
9	Métodos de solución de ecuaciones	4.0	2.0
10	Casos de estudio	4.0	2.0
Total de horas:		32.0	16.0
Suma total de horas:		48.0	

Contenido Temático

Unidad	Tema y subtemas
1	Conceptos de sistemas geotérmicos
	1.1 Sistemas conductivos
	1.2 Sistemas convectivos líquido dominante
	1.3 Sistemas convectivos vapor dominante
	1.4 Cambios durante la explotación
2	Modelos simples cuantitativos
	2.1 Simplificaciones y conceptos de almacenamiento
	2.2 Modelos de presión transitoria
	2.3 Fluido disponible
	2.4 Energía disponible
3	Registros de pozos
	3.1 Objetivos de un programa de pruebas de pozos
	3.2 Modelos de pozos
	3.3 Instrumentos presión-temperatura
	3.4 Medición de flujo volumétrico en fondo de pozo
	3.5 Fuentes de error
4	Interpretación de registros de pozos
	4.1 Perfiles de pozos básicos
	4.2 Casos especiales
5	Cuantificación de parámetros del yacimiento
	5.1 Pruebas de inyectividad
	5.2 Pozos de permeabilidad baja y alta
	5.3 Producción estimada
6	Modelado conceptual de yacimientos
	6.1 Definición de objetivos
	6.2 Definición de topografía y zonas de descarga
	6.3 Definición de la geología
	6.4 El yacimiento y sus fronteras
	6.5 Direcciones de flujo
	6.6 Balance de agua
	6.7 Descripción del modelo
	6.8 Modelado conceptual del yacimiento geotérmico de Cerro Prieto, Baja California

7	Etapas del modelado		
	7.1	Modelo conceptual	
	7.2	Modelado de estado natural	
	7.3	Ajuste histórico de producción	
	7.4	Escenarios futuros	
8	Introducción al modelado computacional de sistemas geotérmicos		
	8.1	Ecuaciones de gobierno	
	8.2	Ley de Darcy y potencial hidráulico	
	8.3	Ecuación de momento	
9	Métodos de solución de ecuaciones		
	9.1	Volumen finito	
	9.2	TOUGH2	
	9.3	Datos de entrada	
10	Casos de estudio		
	10.1	Desarrollo del modelo conceptual de un campo geotérmico	
Bibliografía Básica			
1	Berkowitz B. (2002). Characterizing Flow and Transport in Fractured Geological Media: A review. <i>Advances in Water Resources</i> 25, 861–884.		
2	Grant M. A., Bixley P. F. (2011). <i>Geothermal Reservoir Engineering</i> . (2 ed.). Editorial Elsevier.		
3	Horne R. N. (1995). <i>Modern well test analysis: a Computer-aided Approach</i> . (2 ed.). Editorial Petro Way.		
4	Ingebritsen S. E., Geiger S., Hurwitz S. & Driesner T. (2010). Numerical Simulation of Magmatic Hydrothermal Systems. <i>Reviews of Geophysics</i> 48, RG1002.		
5	Pruess K. (1991). <i>Tough2 – a General-Purpose Numerical Simulator for Multiphase Fluid and Heat Flow</i> , Earth Science Division. Editorial Lawrence Berkeley Laboratory.		
Bibliografía Complementaria			
1	Bear J. (1979). <i>Hydraulics of Groundwater</i> . Editorial McGraw-Hill.		
2	Brassington F. C. & Younger P. L. (2009). A Proposed Framework for Hydrogeological Conceptual Modelling - <i>Water and Environment Journal</i> 24, 261–273.		
Sugerencias didácticas		Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos	
Exposición Oral	(X)	Exámenes parciales	(X)
Exposición audiovisual	(X)	Examen final escrito	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)	Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Ejercicios fuera del aula	()	Exposición de seminarios por los alumnos	()
Seminarios	()	Participación en clase	(X)
Lecturas Obligatorias	(X)	Asistencia	()
Trabajo de Investigación	(X)	Seminario	()
Prácticas de taller o laboratorio *	(X)	Otras: Reportes de ejercicios y prácticas	(X)
Prácticas de campo *	()		
Otras: Utilización de programas de cómputo aplicables	(X)		
* Las prácticas de laboratorio y campo son requisitos sin valor en créditos			
Perfil profesiográfico			
Formación académica: Matemáticas, Ingeniería Geofísica y carreras afines, preferentemente con Posgrado con experiencia docente mínima de 2 años.			
Experiencia profesional: Ingeniero con experiencia mínima de 2 años en modelación de flujos subterráneos.			
Especialidad: Geología y/o hidrogeología.			
Conocimientos específicos: Sistemas geotérmicos.			
Aptitudes y actitudes: Promover en los alumnos el desarrollo de actividades aplicadas bajo el concepto de enseñanza-aprendizaje basada en proyectos de ingeniería. Además de propiciar el trabajo interdisciplinario			