

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO					
Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra					
Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra					
Programa Hidrogeología					
Clave	Semestre 6°, 7° u 8°	Créditos 9	Campo de conocimiento: Ciencias de la Tierra		
			Etapa de formación: Avanzada		
Modalidad	Curso(X) Taller() Lab() Seminario () Otras		Tipo	T () P () T/P (X)	
Carácter	Obligatorio (X) Optativo () Obligatorio E () Optativo E ()		Horas: 6		
Duración	16 semanas		Semana	Semestre	
			Teóricas: 3	Teóricas: 48	
			Prácticas: 3	Prácticas: 48	
			Total 6	Total 96	
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ()					
Asignatura antecedente					
Asignatura subsecuente					
Indicativa ()					
Asignatura antecedente					
Asignatura subsecuente					

Objetivo general: Examinar los principios físico-matemático-hidrológicos para obtener un panorama de la importancia estratégica que tiene el agua subterránea para el desarrollo sostenible de México y su interdependencia con el resto de las variables del ciclo del agua.
Objetivos particulares: Analizar la relación agua-roca y establecer los conceptos básicos que rigen el movimiento del agua en el subsuelo. Distinguir los mecanismos de flujo de agua subterránea hacia los pozos. Ilustrar la exploración del agua subterránea. Discriminar los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea en el ambiente.

Índice temático	
Tema	Horas Semestre

		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	1.5	1.5
2	Propiedades físico-químicas del agua y el medio que la contiene.	4.5	4.5
3	Principios del flujo subterráneo.	10	10
4	Determinación de parámetros hidráulicos.	13	13
5	Exploración y explotación de acuíferos y su impacto en el medio terrestre y marino	16	16
6	Manejo y gestión del agua subterránea, perspectivas al 2030.	3	3
Subtotal		48	48
Total		96	

Contenidos temáticos	
Subtemas	
Temas	
1	1. Introducción 1.1. Importancia del agua subterránea. 1.2. Vulnerabilidad del agua subterránea. 1.3. Ciencias asociadas de la hidrogeología. 1.4. ¿Qué hace un hidrogeólogo? 1.5. Regiones hidrológico – administrativas de México. 1.6. Acuíferos de México. 1.7. Problemática del agua subterránea en México. 1.7.1. Normatividad. 1.7.2. Conservación. 1.7.3. Disponibilidad.
2	2. Propiedades físicas y químicas del agua y del medio que la contiene 2.1. Propiedades del agua. 2.1.1. Densidad. 2.1.2. Viscosidad. 2.1.3. Tensión superficial y capilaridad. 2.2. Propiedades del medio. 2.2.1. Porosidad y porosidad efectiva. 2.2.2. Tamaño de grano. 2.2.3. Permeabilidad. 2.2.4. Rocas fracturadas. 2.3. Medición de la carga hidráulica con pozos y piezómetros. 2.4. Laboratorio. Determinación de porosidad en diversos agradados texturales.
3	3. Principios del flujo subterráneo 3.1. Distribución del agua en el subsuelo. 3.2. Energía y carga hidráulica. 3.2.1. Carga de posición. 3.2.2. Carga de presión. 3.2.3. Carga de velocidad.



	<p>3.3. Red flujo.</p> <p>3.4. Ley de Darcy y conductividad hidráulica.</p> <p>3.4.1. Descarga específica y velocidad aparente real.</p> <p>3.5. Limitaciones en la aplicación de la Ley de Darcy.</p> <p>3.5.1. Flujo laminar.</p> <p>3.5.2. Flujo turbulento.</p> <p>3.6. Tipos de acuíferos.</p> <p>3.7. Transmisividad.</p> <p>3.8. Mediciones de la conductividad hidráulica.</p> <p>3.9. Coeficiente de almacenamiento específico.</p> <p>3.10. Coeficiente de almacenamiento.</p> <p>3.11. Laboratorio.</p> <p>3.11.1. Mesa de flujo laminar.</p> <p>3.11.2. Cálculo de caudales reflujos subterráneos.</p>
4	<p>4. Determinación de parámetros hidráulicos</p> <p>4.1. Flujo estacionario.</p> <p>4.1.1. Solución para flujo radial a un pozo. Ecuación de Thiem.</p> <p>4.2. Flujo transitorio.</p> <p>4.2.1. Acuífero confinado. Ecuación de Theis.</p> <p>4.2.2. Acuífero semiconfinado. Solución de Hantush-Jacob.</p> <p>4.2.3. Acuífero libre. Solución de Neuman.</p> <p>4.2.4. Método de Rushton-Ralston. Medio granular.</p> <p>4.2.5. Métodos para medios fracturados.</p> <p>4.3. Laboratorio.</p> <p>4.3.1. Prueba de bombeo en el campus de Ciudad Universitaria.</p>
5	<p>5. Exploración y explotación de acuíferos y su impacto en el medio ambiente.</p> <p>5.1. Búsqueda de información preliminar (geología, geofísica, climatología, socioeconómica hidrológica, suelos, vegetación).</p> <p>5.2. Reconocimiento geológico.</p> <p>5.3. Análisis de fotografías aéreas.</p> <p>5.4. Análisis de imágenes de satélite.</p> <p>5.5. Exploración geofísica.</p> <p>5.6. Registros geofísicos de pozos.</p> <p>5.7. Reconocimiento hidrogeológico.</p> <p>5.7.1. Identificación de zonas de recarga y descarga.</p> <p>5.7.2. Interfase agua dulce – salada en acuíferos costeros.</p> <p>5.7.3. Censo de pozos.</p> <p>5.7.4. Piezometría.</p> <p>5.7.5. Identificación de la dirección de flujo.</p> <p>5.7.6. Medición de caudales de pozos.</p> <p>5.8. Laboratorio.</p> <p>5.8.1. Permeámetro de carga constante.</p> <p>5.8.2. Sonda eléctrica.</p> <p>5.8.3. Aforo de pozos y manantiales.</p> <p>5.9. Impacto en el medio ambiente</p> <p>5.9.1. Hundimiento del terreno.</p>



	<p>5.9.2. Descenso de niveles.</p> <p>5.10 Desaparición de manantiales y cuerpos de agua superficiales.</p> <p>5.10.1 Afectación al ecosistema (flora y fauna).</p> <p>5.10.2 Subsistencia del terreno y fracturas hidrodinámicas.</p> <p>5.10.3 Aceleración de la contaminación.</p> <p>5.11. Práctica de campo.</p>
6	<p>Manejo y gestión del agua subterránea, perspectivas al 2030.</p> <p>6.1 La Agenda del Agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.</p> <p>6.2 Reservas de agua e infraestructura verde como medidas para la sostenibilidad.</p> <p>6.3 Expectativas de desarrollo y requerimientos de agua.</p> <p>6.4 Uso de energías alternativas (geotermia) para el desarrollo.</p> <p>6.5 Compromisos internacionales en materia de aguas subterráneas.</p>

Estrategias didácticas	
Aprendizaje basado en problemas	
Lecturas	
Trabajo en equipo	
Prácticas de campo	

Evaluación del aprendizaje	
Trabajos y tareas	
Exámenes parciales	

Perfil profesiográfico del docente	
Título o grado	Licenciatura en Ciencias de la Tierra, Geología, Física, Química, o Hidrología. Nivel mínimo de Maestría.
Experiencia docente	Con experiencia docente de al menos dos años en nivel superior.
Otras características	Experiencia comprobable en trabajos públicos o privados en áreas como hidrogeología, hidrología, hidráulica, gestión de recursos hídricos, por ejemplo. Haber tomado el curso de formación docente impartido por la ENCIT.

Bibliografía básica	
Fetter, C., 2000, <i>Applied Hydrogeology</i> , Prentice Hall, London.	
Freeze, A. R. and Cherry, J., 1979, <i>Groundwater</i> , Prentice Hall, London.	
Martínez-Alfaro, P. E., 2005, <i>Fundamentos de hidrogeología</i> , Mundi-Prensa Libros, S. A., Madrid.	
Todd, D. K., Mays, L. W., 2004, <i>Groundwater Hydrology</i> , John Wiley and Sons, New York.	
Weight, W. D., 2001, <i>Manual of Applied Field Hydrogeology</i> , McGraw Hill, New York.	
Custodio, E., Llamas, M. R., 1983, <i>Hidrología subterránea Omega</i> , Barcelona.	
Fitts, Ch. R., 2013, <i>Groundwater Science</i> , Elsevier Inc, USA	
Mesografía (referencias electrónicas)	
International Association of Hydrogeologists	
Asociación Geohidrológica Mexicana, A. C.	
International Groundwater Resources Assesment Centre (ONU)	



Sina Conagua

Bibliografía complementaria

Fetter, C. W., 1998, *Contaminant Hydrogeology*, Prentice Hall, London.

Porres-Benito, J. A., Aracil-Avila, E., 2005, *Hidrogeología e ingeniería del terreno: aspectos prácticos*, Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones, España.

