

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

|                      |             |                    |           |
|----------------------|-------------|--------------------|-----------|
| <b>HIDROGEOLOGÍA</b> | <b>1088</b> | <b>8°, 9°, 10°</b> | <b>09</b> |
| Asignatura           | Clave       | Semestre           | Créditos  |

|                                            |                 |                              |
|--------------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| <b>Ingeniería en Ciencias de la Tierra</b> | <b>Geología</b> | <b>Ingeniería Geofísica</b>  |
| División                                   | Departamento    | Carrera(s) en que se imparte |

**Asignatura:**

Obligatoria ☐

Optativa ☒

**Horas:**

Teóricas

Prácticas

**Total (horas):**

Semana

16 Semanas

Aprobado:

Consejo Técnico de la Facultad

Consejo Académico del Área de las Ciencias

Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:

25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

12 de agosto de 2005

**Modalidad:** Curso, laboratorio

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Al final del curso el alumno conocerá la importancia del agua subterránea, los conceptos básicos para medir su movimiento y los procedimientos para calcular las principales características hidrodinámicas de los acuíferos. Además, tendrá un panorama de los efectos de la explotación del agua subterránea en el medio ambiente.

**Temario**

| NÚM. | NOMBRE                                                              | HORAS      |
|------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.   | Introducción                                                        | 3.0        |
| 2.   | Propiedades físicas y químicas del agua y del medio que la contiene | 3.0        |
| 3.   | Principios del flujo subterráneo                                    | 15.0       |
| 4.   | Determinación de parámetros hidráulicos                             | 12.0       |
| 5.   | Exploración del agua subterránea                                    | 9.0        |
| 6.   | La explotación de acuíferos y su impacto en el medio ambiente       | 6.0        |
|      |                                                                     | <hr/> 48.0 |
|      | Prácticas de campo, laboratorio y manejo de paquetes de cómputo     | 48.0       |
|      | Total                                                               | <hr/> 96.0 |



## 1 Introducción

**Objetivo:** El alumno obtendrá un panorama de la importancia que tiene el agua subterránea como un factor imprescindible para el desarrollo sustentable de México.

**Contenido:**

- 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 Propiedades físicas y químicas del agua y del medio que la contiene

**Objetivo:** El alumno conocerá la relación agua-roca.

**Contenido:**

- 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 porosidades en diversos agregados texturales (6.0 horas).

## 3 Principios del flujo subterráneo

**Objetivo:** El alumno conocerá los conceptos básicos que rigen el movimiento del agua en el subsuelo.

**Contenido:**

- 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.



- 3.3 Red de Flujo.
- 3.4 Ley de Darcy y conductividad hidráulica.
  - 3.4.1 Descarga específica y velocidad aparente y real.
- 3.5 Limitaciones en la aplicación de la Ley de Darcy.
  - 3.5.1 Flujo laminar.
  - 3.5.2 Flujo turbulento.
- 3.6 Tipos de acuíferos.
- 3.7 Transmisividad.
- 3.8 Mediciones de la conductividad hidráulica.
  - 3.8.1 Pruebas de bombeo.
- 3.9 Coeficiente de almacenamiento específico.
- 3.10 Coeficiente de almacenamiento.
- 3.11 Laboratorio (3.0 horas).
  - 3.11.1 Mesa de flujo laminar.
  - 3.11.2 Cálculo de caudales de flujo subterráneo.

#### 4 Determinación de parámetros hidráulicos

**Objetivo:** El alumno conocerá los mecanismos de flujo del agua subterránea hacia los pozos.

**Contenido:**

- 4.1 Flujo estacionario.
  - 4.1.1 Solución para flujo radial a un pozo. Ecuación de Thiem.
- 4.2 Flujo transitorio.
  - 4.2.1 Acuífero confinado. Ecuación de Theis.
  - 4.2.2 Acuífero semiconfinado. Solución de Hantush-Jacob.
  - 4.2.3 Acuífero libre. Solución de Neuman.
  - 4.2.4 Método de Rushton-Ralston. Medio granular.
  - 4.2.5 Métodos para medios fracturados.
- 4.3 Laboratorio (15.0 horas).
  - 4.3.1 Prueba de bombeo en el campus de Ciudad Universitaria.
  - 4.3.2 Programas de cómputo aplicado para ensayos de bombeo:
    - 4.3.2.1 Aquifer Test.
    - 4.3.2.2 GWW (Ground Water and Wells).

#### 5 Exploración del agua subterránea

**Objetivo:** Introducir al alumno en el conocimiento de la exploración del agua subterránea.

**Contenido:**

- 5.1 Búsqueda de información preliminar (geológica, geofísica, climatológica, socioeconómica, hidrológica, suelos, vegetación).
- 5.2 Reconocimiento geológico.
- 5.3 Análisis de fotografías aéreas.
- 5.4 Análisis de imágenes de satélite.
- 5.5 Exploración geofísica.
- 5.6 Registro geofísicos de pozos.
- 5.7 Reconocimiento hidrogeológico.
  - 5.7.1 Identificación de zonas de recarga y descarga.



- 5.7.2 Interfase agua dulce-salada en acuíferos costeros.
- 5.7.3 Censo de pozos.
- 5.7.4 Piezometría.
- 5.7.5 Identificación de la dirección de flujo.
- 5.7.6 Medición de caudales de pozos.
- 5.8 Laboratorio (24.0 horas)
  - 5.8.1 Permeámetro de carga constante
  - 5.8.2 Sonda eléctrica.
  - 5.8.3 Aforo de pozos y manantiales
  - 5.8.4 Práctica de campo.

## 6 La explotación de acuíferos y su impacto en el medio ambiente

**Objetivo:** El alumno conocerá los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea en el medio ambiente.

**Contenido:**

- 6.1 Hundimiento del terreno.
- 6.2 Descenso de niveles.
- 6.3 Desaparición de manantiales y cuerpos de aguas superficiales.
- 6.4 Afectación al ecosistema (flora y fauna).
- 6.5 Subsistencia del terreno y problemas inherentes.
- 6.6 Aceleración de la contaminación.
- 6.7 Fracturas hidrodinámicas.

---

### Bibliografía básica

FETTER, C.

*Applied Hydrogeology*

Englewood Cliffs

Prentice Hall, 2000

FREEZE, A.R. y Cherry J.A.

*Groundwater*

Englewood Cliffs

Prentice Hall, 1990

DOMENICO, P. & F. Schwartz

*Physical and chemical hydrogeology*

New York

John Wiley, 1990



**Bibliografía complementaria**

PRICE, Michael  
*Agua Subterránea*  
México  
Limusa - Noriega, 2003

DAVIS, S.  
*Hidrogeología*  
Barcelona  
Ariel, 1979

**Sugerencias didácticas:**

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Exposición oral            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Exposición audiovisual     | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Ejercicios dentro de clase | <input type="checkbox"/>            |
| Ejercicios fuera del aula  | <input type="checkbox"/>            |
| Seminarios                 | <input type="checkbox"/>            |

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Lecturas obligatorias             | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Trabajos de investigación         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Prácticas de taller o laboratorio | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Prácticas de campo                | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Empleo de paquetes de cómputo     | <input checked="" type="checkbox"/> |

**Forma de evaluar:**

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Exámenes parciales               | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Exámenes finales                 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Trabajos y tareas fuera del aula | <input type="checkbox"/>            |

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Participación en clase  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Asistencias a prácticas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otras                   | <input type="checkbox"/>            |

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Ingeniero Geólogo con amplia experiencia en el área de Hidrogeología.