

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

HIDROGEOLOGÍA DE CONTAMINANTES

2023

9°

06

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Geología

Ingeniería Geológica

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, 4 y 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 tendrá el conocimiento de los principios teóricos que controlan la migración de contaminantes en el agua subterránea, así como las técnicas, procedimientos y metodologías que se utilizan para caracterizar zonas con agua contaminada.

Temario

| NÚM. | NOMBRE | HORAS |
|------|---|-------|
| 1. | Consideraciones elementales | 2.5 |
| 2. | Propiedades físicas y químicas del agua | 5.0 |
| 3. | Mecanismos de migración de contaminantes en el subsuelo | 7.5 |
| 4. | Mecanismos de contaminación en aguas subterráneas | 7.5 |
| 5. | Metodología para caracterizar zonas contaminadas | 7.5 |
| 6. | Elementos para la remediación de acuíferos | 10.0 |
| | | 40.0 |
| | Prácticas de laboratorio | 16.0 |
| | Total | 56.0 |



1 Consideraciones elementales

Objetivo: Que el alumno esté consciente del problema de la contaminación de las aguas subterráneas.

Contenido:

- 1.1 Composición del agua subterránea.
- 1.2 Importancia de la calidad del agua subterránea.
- 1.3 Vulnerabilidad.
- 1.4 Necesidades del hombre asociadas con la calidad del agua.
- 1.5 Problemática de la calidad del agua subterránea en México y el mundo.
- 1.6 Estándares de calidad del agua subterránea en México y el mundo.
- 1.7 Fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

2 Propiedades físicas y químicas del agua

Objetivo: Que el alumno conozca cuáles son los parámetros de calidad del agua.

Contenido:

- 2.1 Propiedades moleculares del agua.
- 2.2 Unidades de concentración de solutos.
- 2.3 Solutos naturales.
 - 2.3.1 Inorgánicos.
 - 2.3.2 Electroneutralidad.
 - 2.3.3 Orgánicos.
- 2.4 Reacciones químicas.
 - 2.4.1 Equilibrio.
 - 2.4.2 Actividad y concentración efectiva.
 - 2.4.3 Relaciones de reacción y desviación a partir del equilibrio.
- 2.5 Disolución y precipitación mineral.
- 2.6 Partición gas-agua.
- 2.7 Reacciones-agua-fase.
 - 2.7.1 pH, acidez, bases.
 - 2.7.2 Carbonatos y alcalinidad.
 - 2.7.3 Metales complejos.
 - 2.7.4 Oxidación y reducción.
 - 2.7.5 Reacciones bioquímicas REDOX.
- 2.8 Sorpción (proceso por el cual algunos materiales abandonan la fase líquida y se asocia con la fase sólida).
 - 2.8.1 Surface complexations of ions.
 - 2.8.2 Compuestos orgánicos no polares.
- 2.9 Isótopos
 - 2.9.1 Isótopos estables y origen del agua.
 - 2.9.2 Radioisótopos y datación de edades.



3 Mecanismos de migración de contaminantes en el subsuelo

Objetivo: Que el alumno conozca los mecanismos de migración de los contaminantes de las aguas subterráneas, para que posteriormente sea capaz de combatirlos.

Contenido:

- 3.1 Origen de la dispersión, advección, difusión molecular y reacciones biológicas.
- 3.2 Retardación de los contaminantes.
- 3.3 Ecuación de transporte en medios granulares.
 - 3.3.1 Acuitados arcillosos (fracturados y no fracturados).

4 Mecanismos de contaminación en aguas subterráneas

Objetivo: Que el alumno conozca todos los procesos de contaminación de las aguas subterráneas, para crear conciencia de cómo evitarlos, reducirlos y remediarlos.

Contenido:

- 4.1 Fuentes de contaminación.
 - 4.1.1 Tanques de almacenamiento.
 - 4.1.2 Sistemas sépticos.
 - 4.1.3 Rellenos industriales, municipales.
 - 4.1.4 Roturas de tuberías de conducción.
 - 4.1.5 Estructuras geológicas.
- 4.2 Contaminantes orgánicos e inorgánicos.
 - 4.2.1 Panorama de los patrones de migración.
 - 4.2.2 Estructura y ocurrencia de contaminantes comunes.
 - 4.2.3 Propiedades de los contaminantes comunes.
- 4.3 Fase líquida no acuosa (NAPL).
 - 4.3.1 Saturación y humedad.
 - 4.3.2 Tensión interfacial y presión capilar.
 - 4.3.3 Presión capilar vs. Saturación y saturación residual.
 - 4.3.4 Permeabilidad relativa y flujo multifase.
- 4.4 Procesos de transporte de solutos.
 - 4.4.1 Advección y dispersión mecánica.
 - 4.4.2 Difusión molecular.
 - 4.4.3 Torsión.
 - 4.4.4 Transporte coloidal.

5 Metodología para caracterizar zonas contaminadas

Objetivo: El alumno aprenderá los métodos para determinar el grado de contaminación de un área dada.

**Contenido:**

- 5.1 Marco geográfico de referencia.
 - 5.1.1 Topografía.
 - 5.1.2 Clima.
 - 5.1.3 Suelo.
 - 5.1.4 Vegetación.
 - 5.1.5 Fuente de contaminación.
 - 5.1.6 Información previa del sitio.
- 5.2 Topografía.
 - 5.2.1 Planimetría.
 - 5.2.2 Altimetría.
- 5.3 Marco hidrogeológico de referencia.
 - 5.3.1 Geología.
 - 5.3.1.1 Estratigrafía.
 - 5.3.1.2 Geología estructural.
 - 5.3.2 Hidrogeología.
 - 5.3.2.1 Censo de aprovechamientos.
 - 5.3.2.2 Piezometría.
 - 5.3.2.3 Hidrometría.
 - 5.3.2.4 Pruebas de bombeo.
- 5.4 Prospección geofísica.
 - 5.4.1 Métodos eléctricos (SEVs, calicateo, tomografía).
 - 5.4.2 Métodos electromagnéticos.
 - 5.4.3 Radar.
 - 5.4.4 Registros geofísicos de pozos.
 - 5.4.5 Polarización inducida.
- 5.5 Muestreo.
 - 5.5.1 Perforación.
 - 5.5.2 Muestreo de agua.
 - 5.5.3 Muestreo de suelo.
- 5.6 Métodos geoquímicas.
- 5.7 Análisis de laboratorio.
- 5.8 Definición de la pluma de contaminación.
- 5.9 Modelos de flujo y transporte de contaminantes.
- 5.10 Dictamen.

6 Elementos para la remediación de acuíferos

Objetivo: Una vez conocidas las causas de la contaminación y la metodología para estudiarla, el alumno podrá aplicar las técnicas para la remediación de acuíferos.

Contenido:

- 6.1 Aislamiento.
- 6.2 Recuperación de NAPL.
- 6.3 Control hidráulico de plumas de contaminación.
- 6.4 Extracción de vapor de suelos.
- 6.5 Biorremediación.



- 6.6 Disposición de residuos.
- 6.7 Diagnóstico y remediación de compuestos inmiscibles (LNAPLs y DNAPLs).
- 6.8 Aspectos geoquímicos e hidrogeológicos en la disposición de mineros.
- 6.9 Evaluación y desarrollo de regulación para proteger el agua subterránea.
- 6.10 Métodos para remediar zonas minadas.

Bibliografía básica:

SCHULTZ, H.D., HADELR
Geochemical processes in soil and groundwater: GEOPRC
 New York
 Wiley, 2002

NYER, E.K.
Groundwater treatment technology
 2nd edition
 New York
 Wiley, 2001

WATERLOO CENTRE FOR GROUNDWATER RESEARCH
Subsurface assessment handbook for contaminated sites
 Toronto
 Canadian Council of Ministers of the environment, 1994

Sugerencias didácticas:

| | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Exposición oral | <input checked="" type="checkbox"/> | Lecturas obligatorias | <input type="checkbox"/> |
| Exposición audiovisual | <input checked="" type="checkbox"/> | Trabajos de investigación | <input type="checkbox"/> |
| Ejercicios dentro de clase | <input checked="" type="checkbox"/> | Prácticas de taller o laboratorio | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Ejercicios fuera del aula | <input checked="" type="checkbox"/> | Prácticas de campo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Seminarios | <input type="checkbox"/> | Otras: | <input type="checkbox"/> |

Forma de evaluar:

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Exámenes parciales | <input checked="" type="checkbox"/> | Participación en clase | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Exámenes finales | <input checked="" type="checkbox"/> | Asistencias a prácticas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Trabajos y tareas fuera del aula | <input checked="" type="checkbox"/> | Otras: | <input type="checkbox"/> |

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Ingeniero Geólogo especializado en Hidrogeología o Geología Ambiental.