NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE.
Contaminación de Acuíferos

CICLO	**CLAVE DE LA ASIGNATURA**
Segundo o tercer semestre (optativa)	

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA
El alumno aprenderá aspectos fundamentales de la hidrogeología de contaminantes incluyendo factores hidrodinámicos, químicos, geológicos y de transporte que controlan la migración de contaminantes en acuíferos. Al finalizar el curso se espera que el alumno sea capaz aplicar los principales métodos para determinar la calidad del agua y la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. Además poder llevar a cabo su análisis espacial, y saber interpretar los resultados.

TEMAS Y SUBTEMAS

1. INTRODUCCIÓN
1.1 Influencia del ciclo hidrológico en la calidad del agua
1.2 Usos del agua
1.3 Evolución y cambios en la calidad del agua
1.4 Tipos de contaminantes
2. CALIDAD DEL AGUA
2.1 Definición de calidad del agua
2.2 Características fisicoquímicas y microbiológicas de la calidad del agua
2.3 Factores que inciden en la calidad del agua para consumo humano y uso agrícola
2.4 Marco legal de la calidad del agua y criterios de calidad
2.5 Niveles permisibles para consumo humano y uso agrícola
2.6 Calidad del agua (Agua superficial, Agua subterránea)
3. FUENTES CONTAMINANTES DEL AGUA SUBTERRÁNEA
3.1 Caracterización de fuentes contaminantes
3.2 Fuentes de contaminación antropogénica
3.2.1 Actividades agrícolas y ganaderas
3.2.2 Sitios de disposición de residuos sólidos
3.2.3 Derrame y fuga de hidrocarburos
3.2.4 Disposición de residuos radioactivos
3.2.5 El minado de acuíferos y efectos adversos
3.2.6 Otras fuentes de contaminación
3.3 Fuentes de contaminación natural
3.3.1 Geología del acuífero
3.3.2 Características de la cuenca
3.3.3 Tiempo de residencia del agua en el acuífero
3.3.4 Procesos de mineralización
3.3.5 Otras fuentes de contaminación
4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA
4.1 Metodologías para determinar el índice de calidad de agua y de contaminación
4.2 Cálculo del índice de calidad del agua (ICA)
4.2.1 Niveles de calidad del agua
4.3 Análisis espacial de la calidad del agua
4.4 Estudio de caso
4.5 Cálculo del índice de contaminación (IC)

4.5.1 Niveles de contaminación
4.6 Estudio de caso
5. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA
5.1 Factores que influyen en la calidad del agua
5.2 Evolución espacial y temporal de la calidad del agua
5.3 Diseño de programas de monitoreo
5.4 Estudio de caso
6. VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS A LA CONTAMINACIÓN
6.1 Conceptos básicos
6.2 Clasificación de métodos de análisis de vulnerabilidad
6.3 Metodología para determinar la vulnerabilidad.
6.1.1 Parámetros de vulnerabilidad acuífera
6.1.2 Cálculo del índice de vulnerabilidad
6.1.3 Modelación de la vulnerabilidad
6.4 Análisis espacial de la vulnerabilidad
6.5 Estudio de caso
7. INTRODUCCIÓN A LA MODELACIÓN DE FLUJO Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES
7.1 Ecuaciones y métodos numéricos
7.2 Modelo conceptual y diseño de la malla
7.3 Condiciones de frontera
7.4 Fuentes y sumideros
7.5 Modelo de perfiles
7.6 Requisitos especiales para la simulación transitoria

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Se evaluarán tanto los conocimientos teóricos como la aplicación de los mismos mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Además de la asignación de actividades extraclase en la cual el estudiante demostrará los conocimientos adquiridos en cada sesión de clase, y exposiciones orales interactivas. Se promoverá la reflexión y el análisis de problemas hidrogeológicos. Se desarrollarán trabajos de investigación que incluyan la búsqueda de información en libros, revistas científicas, e internet para ser discutidos en clase.

CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

Examen parcial 1 (Temas 1, 2 y 3) + Examen parcial 2 (Temas 4 y 5) + Examen parcial 3 (Temas 6 y 7)	60
Actividades extraclase	40
Calificación Total	100

BIBLIOGRAFÍA

1. Arizabalo, R. D. Días, G.G. (1991). **La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos.** Cuadernos del Instituto de Geofísica. UNAM, México, D.F. 38 p.
2. Appelo, C.A.J.; Postma, Dieke. (2005). **Geochemistry, Groundwater and Pollution.** Second Edition. CRC Press. 683 p.
3. Asadollahifard G (2015) **Water quality management-assessment and interpretation.** Springer, Berlin.
4. Bear, Jacob. (1979). **Hydraulics of Groundwater. Series in water resources and environmental engineering.** McGraw-Hill Inc. United States of America. 569 p.
5. Bear, Jacob; Cheng, Alexander H. (2010). **Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. Theory and Applications of Transport in Porous Media.** Springer. New York, U.S.A. 834 p.
6. Chunmiao, Zheng; Gordon D. Bennett. (2002). **Applied Contaminant Transport Modeling.** Second Edition. Wiley-Interscience. 621 p.
7. EPA. (1987) **Groudwater contamination studies.** Handbook. Environmental Protection Agency. Texas, U.S.A. 340 p.
8. EPA. (1990). **Ground Water. Ground Water and Contamination.** Volume. 1. Environmental Protection Agency. Chicago, U.S.A. 153 p.
9. Fetter C.W. (2008). **Contaminant Hydrologeology**. Second Edition. Waveland Press, Inc. United Stated of America. 500 p.
10. Moraru, Constantin., Hannigan, Robyn. (2018) **Analysis of Hydrogeochemical Vulnerability.** Springer, Switzerland. 185 p.

11. Nwankwoala, H. O. **Hydrogeology: Fundamentals and Applications to Contamination.** OMICS International
12. Şen A. Zekâi (2014). **Practical and Applied Hydrogeology.** Elsevier, Inc. First edition, Turkey. 407p.
13. Thangarajan M. (2007) **Groundwater. Resource Evaluation, Augmentation, Contamination, Restoration, Modeling and Management.** Springer, New Delhi, India. 372 p.
14. UNESCO. (2002). **Groundwater contamination inventory: A methodological guide.** Edited by Zaporozec Alexander. International Hydrological Programme (IHP). United States of America. 161 p.