

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

PROGRAMA ANALÍTICO

Fecha de Elaboración: Enero de 2003
Fecha de Actualización: Octubre de 2003
Fecha de Actualización: Febrero de 2017

I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA MATERIA: **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**
CLAVE: **RYD-432**
DEPARTAMENTO QUE LA IMPARTE: **RIEGO Y DRENAJE**
NÚMERO DE HORAS TEORÍA: **3**
NÚMERO DE HORAS PRÁCTICA: **2**
NÚMERO DE CRÉDITOS: **8**
CARRERA(S) EN LAS QUE SE IMPARTE: **INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.**
INGENIERO AGRÍCOLA AMBIENTAL
PRERREQUISITO: **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL (RYD-424)**

II.- OBJETIVO GENERAL

El alumno identificará los tipos de acuíferos, sus parámetros hidrogeológicos y la hidráulica de pozos, además de prepararlo en el inicio de modelos de flujo y el transporte de contaminantes en agua subterránea.

III.- METAS EDUCACIONALES U OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificará las formaciones geológicas formadoras de acuíferos
- b) Evaluará condiciones hidrodinámicas en los acuíferos
- c) Identificará el proceso de contaminación del agua subterránea

IV.- TEMARIO

4.1. INTRODUCCIÓN

- 4.1.1. Perspectiva histórica y necesidad de Estudios de Hidrología Subterránea
- 4.1.2. Definición de Hidrogeología

4.2. LA GEOLOGÍA EN EL ESTUDIO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.2.1. Geología histórica
- 4.2.2. Geomorfología
- 4.2.3. Fisiografía

- 4.2.4. Estratigrafía
- 4.2.5. Tectónica
- 4.2.6. Características Hidrogeológicas de las formaciones
 - 4.2.6.1. Clasificación de las rocas
 - 4.2.6.2. Génesis de las rocas sedimentarias
 - 4.2.6.3. Textura y estructura de rocas sedimentarias
- 4.2.7. Tipos de acuíferos
- 4.2.8. Porosidad
- 4.2.9. Permeabilidad
- 4.2.10. Heterogeneidad y anisotropía
- 4.2.11. Tipos y conceptos hidrodinámicos
- 4.2.12. Potencialidad de un acuífero

4.3. PIEZOMETRÍA

- 4.3.1. Medición
- 4.3.2. Configuraciones de cartas piezométrica

4.4. HIDRÁULICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN FLUJO ESTABLE

- 4.4.1. Transmisividad de un acuífero
- 4.4.2. Abatimiento en un acuífero causado por un campo de bombeo
- 4.4.3. Bombeo cerca de barreras hidrogeológicas
- 4.4.4. Pozos que penetran parcialmente a un acuífero

4.5. HIDRÁULICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN FLUJO NO ESTABLE

- 4.5.1. Flujo hacia un pozo totalmente penetrante
- 4.5.2. Radio efectivo de influencia
- 4.5.3. Pozo en un acuífero semiconfinado
- 4.5.4. Pozos parcialmente penetrantes
- 4.5.5. Superposición de efectos
- 4.5.6. Flujo hacia pozos en acuíferos libres

4.6. PRUEBAS DE BOMBEO

- 4.6.1. Realización de la prueba de bombeo
- 4.6.2. Interpretación de la prueba de bombeo
 - 4.6.2.1. Métodos clásicos
 - 4.6.2.2. Método de doble porosidad
- 4.6.3. Análisis de sensibilidad de los parámetros

4.7. MODELOS DE FLUJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.7.1. El acuífero como sistema
- 4.7.2. Tipos de modelos
 - 4.7.2.1. Modelos analógicos
 - 4.7.2.2. Modelos analíticos
 - 4.7.2.3. Modelos matemáticos
- 4.7.3. Proceso de modelación
 - 4.7.3.1. Método de diferencias finitas
 - 4.7.3.2. Método del elemento finito
 - 4.7.3.3. Modelación y simulación del flujo en acuíferos de poros
 - 4.7.3.4. Modelación y simulación del flujo en acuíferos de fracturas

4.8. VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.8.1. Período relativo de atraso para acceso de contaminantes
- 4.8.2. Capacidad para retención y reacción físico-química con respecto al contaminante
- 4.8.3. Potencial general de dilución del medio hidrogeológico
- 4.8.4. Plano de índices de vulnerabilidad

4.9. DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.9.1. Límites máximos permisibles de compuestos contaminantes del agua
- 4.9.2. Inventario de cargas contaminantes
- 4.9.3. Programa de monitoreo

V.- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

El Instructor expondrá frente al grupo los temas del curso encargando a los alumnos ejercicios para realizarse en horas extraclase. Se realizarán prácticas intermedias de acuerdo al desarrollo temático y consistirán en: Recorrido de campo para identificar formaciones geológicas, Medición de niveles estáticos, dinámicos y características de equipamiento de pozos.

VI.- EVALUACIÓN.

- a) Se aplicarán tres exámenes escritos con un valor total del 70 % de la calificación.
- b) Evaluación de los ejercicios extraclase 10 % de la calificación
- c) Evaluación de los reportes de las prácticas intermedias 20 % de la calificación

VII.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bowles, J. E. 1982. Propiedades geofísicas de los suelos. Mc. Graw-Hill. 490 p.

Custodio, E. y M. R. Llamas. 1976. Hidrología subterránea. Tomo I. E d. Omega, S. A. Barcelona España. 1167 p.

Davis, S. N. y R. DeWiest. 1971. Hidrogeología. Ediciones Ariel. Barcelona España. 563 p.

Instituto de Investigaciones Eléctricas. 1983. Manual de diseño de obras civiles. Hidrotecnia. A.1.12. Geohidrología. Comisión Federal de Electricidad. México. 131 p.

Llopis, Ll. N. 1970. Fundamentos de Hidrología Carstica. Editorial BLUME. España. 269 p.

López, R. E. 1982. Geología de México. Tomo II. 3a. Edición. Secretaría de Educación Publica. 453 p.

McWorter, D. B. and D. K. Sunada. 1977. Ground-Water Hydrology and Hydraulics. Ann Arbor Michigan, U.S.A. 290 p.

Milanovic, P. T. 1981. Karst Hydrogeology. Water Resources Publications. U.S.A. 434 p.

Trefethen, J. M. 1979. Geología para Ingenieros. Compañía Editorial Continental, S. A. México. 636 p.

Walton, W. C. 1970. Groundwater Resource Evaluation. McGraw-Hill. 664 p.

Werner, J. 1996. Introducción a la Hidrogeología. Facultad de Ciencias de la Tierra. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 174 p.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Anderson, M. and W. Woessner. 1992. Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport. Academic Press, Inc. San Diego. U.S.A. 381 p.

Andreu, J. and A. Sahuquillo. 1987. Efficient aquifer simulation in complex systems. Journal of Water Resources Planning and Management. ASCE. 113 (1): 110 - 129.

Bear, J. and A., Verruijt. 1987. Modeling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht. The Netherlands. 414 p.

Bredehoeft, J. and P. Hall. 1995. Ground-Water models. Journal Ground-Water. Ground Water Publishing Company. 3 (4): 530-531.

Chávez, A. S., Flores, N. Moyabed, E. García, J. Ríos, M. Hernandez. 1990. Construcción de un modelo digital de simulación de flujo del acuífero de Villa de Reyes, S. L. P. 11° Congreso Nacional de Hidráulica. Tomo II. Tema 6. El agua subterránea y manejo de cuencas. p. 79-85.

Cheema, T. J. and M. R. Islam. 1995. A new modeling approach for predicting flow in fractured formations. Chapter 18. Groundwater Models for Resources Analysis and Management. Lewis Publishers. pp 327-357.

Davis, J. 1986. Statistics and data analysis in Geology. 2a. e d. John Wiley & Sons, Inc. Republic of Singapore. pp. 312 - 330.

Doe, T. and W. H. Pedler. 1998. The problem of fractures. Ground Water Monitoring and Remediation. Ground Water Publishing Co. pp. 74-77.

Escolero, O. 1996. Metodología para evaluar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación, C. N. A. México, D. F. 7 p.

- Estrela, T. and A. Sahuquillo. 1997.** Modeling the response of a karstic spring at Arteta aquifer in Spain. *Journal Ground Water*. Ground Water Publishing Company. 35 (1): 18 - 24.
- Foster, S. y R. Hirata. 1991.** Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. Una metodología basada en datos existentes. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima Perú. 81 p.
- Ivankovic, T. and M. Komatina. 1976.** Hydrogeologic Estimation of Groundwater Storage connected with the Surface Water Storage. Case of the Salakovac Reservoir. *Karst Hydrology and Water Resource*. Volume I Part 1. *Karst Hydrology*. Proceeding of the U. S.- Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications, USA. p. 193-206.
- Kinzelbach, W. 1989.** Groundwater modelling. An introduction with sample programs in basic. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 333 p.
- Lapcevic, P. A. and K. S. Novakowski. 1989.** The Analysis of Slug Tests Conducted in Fractured Sedimentary Rock. Paper presented at the NWWA FOCUS Conference on Eastern Regional Ground Water Issues, Kitchener, Ontario.
- McConnell, C. L. 1993.** Double Porosity Well Testing in the Fractures Carbonate Rocks of the Ozarks. *Journal Ground Water*. Ground Water Publishing Company. 31 (1):. 75-83.
- Prickett, T. A. and C. Lonquist. 1971.** Selected digital computer techniques for groundwater Resources evaluation. Illinois States Water Survey. Bulletin 55, 62 p.
- Sahuquillo, A. 1983.** An eigenvalue numerical technique for solving unsteady linear groundwater continuously in time. *Water Resources Research*. American Geophysical Union. 19 (1): 87 - 93.
- Walton, W. C. 1979.** Progress in analytical groundwater after modeling. *Journal of Hydrology*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. 43: 149-159.
- Yevjevich, V. 1976.** Advanced approaches to karst hydrology and water resources systems. *Karst Hydrology and Water Resources*. Volumen I. Part 2. *Karst Hydrology*. Proceeding of the U.S.-Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications. USA. pp. 209 - 220.

IX.- PROGRAMA ELABORADO POR: DR. JAVIER DE JESÚS CORTÉS BRACHO.

X.- PROGRAMA ACTUALIZADO POR: DR. JAVIER DE JESÚS CORTÉS BRACHO.

XI.- PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA DE: HIDROLOGÍA Y AGRICULTURA DE TEMPORAL DEL DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE