



Curso de posgrado

MODELACIÓN HIDROLÓGICA SUBTERRÁNEA

Docentes

Doctoras Marcela Pérez y Marta Paris

Por consultas e inscripción, dirigirse a: posgrado@fich.unl.edu.ar

Fundamentación

El agua subterránea es esencialmente un recurso oculto a los ojos del hombre y también una de las mayores reservas de agua dulce del planeta. Por lo tanto, su gestión efectiva requiere estimar tanto la respuesta del sistema acuífero a cambios naturales o inducidos por actividades antrópicas como la capacidad de predecir el flujo y el transporte de solutos en el subsuelo para cada situación particular y bajo distintos escenarios. En este sentido, la modelación hidrológica subterránea, sustentada en una correcta conceptualización del sistema acuífero, constituye una valiosa herramienta para comprender los procesos que se presentan y facilitar la prognosis de evolución de los niveles de agua en el acuífero como así también su calidad contribuyendo así a la toma de decisiones.

Objetivos del curso

Conceptual. Introducir al participante en la modelación numérica del flujo del agua subterránea y del ruteo de partículas.

Procedimental. Presentar los elementos básicos para que el participante implemente un caso de estudio y evalúe los resultados obtenidos.

Actitudinal. Discutir sobre las ventajas e inconvenientes de la utilización de esta herramienta a través de la interpretación de ejemplos de aplicación.

Resultados de aprendizaje

Una vez realizada la capacitación, se espera que los participantes desarrollen capacidades para:

- Plantear un modelo hidrogeológico numérico que permita representar el comportamiento del agua en el acuífero y el transporte de un soluto en el ambiente subterráneo.
- Utilizar la herramienta para el planteo de escenarios que contribuyan a la planificación de los recursos hídricos.

Contenidos

Módulo 1: la modelación hidrológica subterránea como herramienta en la gestión sostenible del agua. El acuífero como sistema. Modelación de acuíferos: planteamiento general, modelo conceptual, matemático y numérico. Condiciones físicas y ecuaciones básicas que rigen el movimiento del agua en un medio poroso saturado. Parámetros y variables necesarios para definir el sistema.

Módulo 2: métodos numéricos para la resolución de las ecuaciones de flujo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación de flujo del agua. Condiciones iniciales y condiciones de borde. Requerimientos de información e

incertidumbres. Proceso de modelación. Conceptualización, Discretización, Calibración, Verificación, Simulación, Validación de los resultados.

Módulo 3: introducción al paquete computacional Visual ModFlow. Diseño de la grilla. Ingreso de condiciones de borde. Asignación de parámetros. Régimen permanente y transitorio. Práctica en gabinete y análisis de resultados.

Módulo 4: calibración del modelo. Criterios. Errores. Balance de masas. Construcción de un modelo conceptual e implementación del modelo numérico. Práctica en Gabinete. Análisis de los resultados obtenidos. Ejemplos de casos.

Módulo 5: procesos de transporte en el ambiente subterráneo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación del transporte de solutos en el ambiente subterráneo. Ruteo de partículas. Aplicaciones y casos de estudio.

Metodología

El curso es intensivo y presencial, se dictará en una semana. La carga horaria total es de 60 horas. Se prevé dictar 40 de ellas en forma presencial y acreditar el resto por la realización de actividades prácticas y la elaboración de un trabajo final.

Las clases son teórico-prácticas, combinando el desarrollo de los fundamentos conceptuales con la resolución de ejercicios en cada uno de los módulos, lo que propiciará momentos de trabajo en modalidad taller y en equipo. Se instrumentarán prácticas en computadora con ejemplos guía y se promoverá el desarrollo de casos de estudio de interés de los participantes, analizando primero el grado de conocimiento del modelo conceptual, los datos e información disponible y las alternativas para obtener los requerimientos para lograr el modelo de flujo. Se presentarán y discutirán ejemplos de aplicación que permitirán poner en evidencia la utilidad práctica del modelo numérico como herramienta de gestión.

Métodos de evaluación

Los alumnos deberán: 1) asistir al 80% de las clases, 2) aprobar un examen integrador de los aspectos impartidos en el curso, al final del dictado del mismo y 3) presentar y defender un trabajo final al cabo de un plazo de tiempo a estipular, relacionado a alguna situación particular aplicando los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del curso.

- **Requerimientos**

Los participantes deberán contar con computadora personal con sistema operativo Windows.

Destinatarios

El curso está dirigido a: técnicos y profesionales de las diferentes instituciones integradas dentro de la Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA), técnicos y profesionales de organismos de gestión de recursos hídricos y el ambiente del ámbito nacional, estatal/provincial y/o local; gerentes de empresas/cooperativas de agua, entes de control, miembros de organizaciones no gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

Se espera lograr que el grupo de participantes reúna a profesionales de distintas disciplinas atendiendo el balance con respecto al género y país.

Capacitadores

Dra. Marcela Pérez

Dra. Marta Paris

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Universidad Nacional del Litoral
Santa Fe-Argentina

Fecha y sede

4 al 8 de agosto de 2025

Sala de Conferencias Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Universidad Nacional del Litoral

Santa Fe, Argentina

Arancel

186000 pesos argentinos.

Inscripción

Del 1 al 31 de julio, inclusive, en posgrado@fich.unl.edu.ar cc fich.posgrado@gmail.com

Contacto

fich.posgrado@gmail.com

Cronograma de sesiones

Día 1		
09:00	09:30	Acto de apertura del curso
09:30	11:00	Objetivos del curso. Presentación de participantes. Expectativas. Modalidad de trabajo. La modelación numérica como herramienta en la gestión sostenible del agua. El acuífero como sistema.

11:00	11:30	Pausa café
11:30	13:00	Modelación de acuíferos: planteamiento general, modelo conceptual, matemático y numérico. Condiciones físicas y ecuaciones básicas que rigen el movimiento del agua en un medio poroso saturado. Parámetros y variables necesarios para definir el sistema. Condiciones iniciales y condiciones de borde. Requerimientos de información e incertidumbres.
13:00	14:00	Pausa almuerzo
14:00	15:30	Métodos numéricos para la resolución de las ecuaciones de flujo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación de flujo del agua.
15:30	16:00	Pausa café
16:00	17:00	Modelación matemática. Introducción al Visual Modflow. Práctica en Gabinete.

Día 2

09:00	10:30	Recapitulación. Coloquio. Introducción al Visual Modflow
10:30	11:00	Pausa café
11:00	13:00	Introducción al Visual Modflow. Práctica en gabinete
13:00	14:00	Pausa almuerzo
14:00	15:30	Práctica en gabinete
15:30	16:00	Pausa café
16:00	17:00	Práctica en gabinete

Día 3

09:00	10:30	Recapitulación. Coloquio. Planteo de Escenarios.
10:30	11:00	Pausa café
11:00	13:00	Aplicaciones y Casos de estudio
13:00	14:00	Pausa almuerzo
14:00	15:30	Métodos numéricos para la resolución de las ecuaciones de flujo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación del transporte de sustancias en el ambiente subterráneo. Ruteo de partículas. Aplicaciones y casos de estudio.
15:30	16:00	Pausa café
16:00	17:00	Práctica en gabinete

Día 4

09:00	10:30	Práctica en gabinete
10:30	11:00	Pausa café

11:00	13:00	Aplicaciones y Casos de estudio
13:00	14:00	Pausa almuerzo
14:00	15:30	Presentaciones a cargo de los participantes
15:30	16:00	Entrega de certificados y clausura del curso

Bibliografía

- Bear, Jacob y Arnold Verruijt. 1987. Modelling Groundwater Flow and Pollution. Reidel Publishing Company. The Netherlands.
- Bedekar, Vivek, Morway, E.D., Langevin, C.D., and Tonkin, Matt, 2016. MT3D-USGS version 1: A U.S. Geological Survey release of MT3DMS updated with new and expanded transport capabilities for use with MODFLOW: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A53, 69 p., <http://dx.doi.org/10.3133/tm6A53>
- Fetter, C.W. 2001. Applied Hydrogeology. Fourth Edition. Prentice Hall. 598 pp. + CD.
- Harbaugh, A. W., 2005. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular ground-water model—the Ground-Water Flow Process. Chapter 16 of Book 6. Modeling techniques, Section A. Ground Water. U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A16. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey.
- Kinzelbach, Wolfgang. 1986. Groundwater Modelling. An introduction with sample programs in Basic. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.
- Langevin, C.D., Hughes, J.D., Banta, E.R., Niswonger, R.G., Panday, Sorab, and Provost, A.M., 2017. Documentation for the MODFLOW 6 Groundwater Flow Model: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A55, 197 p., <https://doi.org/10.3133/tm6A55>
- McDonald, M.G., & A.W. Harbaugh, 1988. A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model, Techniques of Water Resources Investigations 06-A1, United States Geological Survey.
- Pollock, D.W. 1994. User's Guide for MODPATH/MODPATH-PLOT, Version 3: A particle tracking post-processing package for MODFLOW, the U. S. Geological Survey finite-difference ground-water flow model. U. S. GEOLOGICAL SURVEY Open-File Report 94-464. Reston, Virginia.
- Pollock, D.W., 2012. User Guide for MODPATH Version 6—A Particle-Tracking Model for MODFLOW: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A41, 58 p.
- Todd, David K. & Larry W. Mays. 2005. Groundwater Hydrology. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 636 pp.
- Waterloo Hydrogeologic Inc. 2005. Visual Modflow Professional Edition. User's Manual.
- Zheng, C. 1990. MT3D, a modular three-dimensional transport model. S.S. Papadopoulos & Associates, Inc., Rockville, Maryland, USA.