

## CI71T - MODELACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (6 Créditos)

**Profesores: Julio Cornejo M., René Figueroa L.**  
**Profesor Auxiliar: Rodrigo Zamorano**

### **OBJETIVOS**

Proveer a las y los estudiantes de técnicas para la modelación numérica de sistemas de aguas subterráneas, de forma que les permitan abordar diferentes situaciones de interés práctico en el ámbito de los recursos hídricos y medio ambiente.

Este curso se dividirá en clases teóricas y prácticas a través de talleres, donde se aplicará los conocimientos en programas (software) usualmente utilizados y aceptados para modelar el flujo de agua en un medio poroso saturado. Para este curso se contempla la aplicación del software Model Muse, desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), que basa su cálculo numérico en el código MODFLOW. Este modelo ha sido ampliamente utilizado para resolver el problema de flujo y transporte de aguas subterráneas.

Uno de los objetivos específicos de este curso es que el alumno sea capaz de abordar un estudio de un sistema acuífero real, siguiendo las fases de modelación conceptual y numérica, para finalmente evaluar escenarios futuros de interés.

### **EVALUACIONES**

La nota final del curso será definida de la siguiente forma, a partir de trabajos en talleres y la elaboración de un proyecto:

- Tareas y trabajo en clases auxiliares : 15%
- Proyecto de modelación de un acuífero : 85%
  - *Elaboración de un modelo conceptual* : 30%
  - *Elaboración de un modelo numérico* : 30%
  - *Presentación Final Proyecto Semestral (Examen)* : 40%

### **HORARIO DE CLASES**

Cátedra: viernes de 12:00 13:30 y de 14:30 a 16:00 hrs

Auxiliar: lunes de 08:00 a 10:00 hrs

### **UNIDADES TEMÁTICAS**

#### **1. INTRODUCCIÓN (1 semana )**

- Motivación.
- Modelos de simulación. Conceptos y clasificación de modelos de simulación. Utilidad de los modelos. Escalas de modelación. Perfil del modelador.
- Etapas en la elaboración de un modelo numérico.
- Derivación de problema tipo. Solución analítica. Solución numérica: implementación y condiciones de borde. Malla o grilla de discretización.
- Métodos de solución: directo e iterativo.

- Modelos computacionales utilizados en la actualidad: MODEL MUSE, VISUAL MODFLOW, GROUNDWATER VISTAS, GROUNDWATER MODELING SYSTEM, FEFLOW.
- Ejemplos de aplicación.

## **2. AGUA SUBTERRÁNEA, ACUÍFEROS (2 semana)**

- El agua subterránea en el Ciclo Hidrológico.
- Unidades Hidrogeológicas.
- Acuíferos, Napas Libres y Confinadas. Porosidad de los Materiales.
- Clasificación de Sedimentos. Capacidad Específica. Conductividad Hidráulica. Ley de Darcy.
- Modelación de Flujo en Sistemas Saturados. Formulación matemática: Régimen permanente y transiente. Condiciones de borde e iniciales. Fuentes y sumideros.
- Ejemplos de aplicación.

## **3. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA CONCEPTUAL (3 semanas)**

- Definición de dominio y geometría. Análisis de información de geología, geofísica, hidrología, estratigrafía, etc.
- Parámetros Hidrogeológicos,
- Unidades Hidrogeológicas
- Piezometría y Condiciones de Borde Conceptuales.
- Modelo conceptual y balance hídrico de un acuífero
- Casos Ejemplos

## **4. METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE LA RECARGA DE UN ACUÍFERO (1 semanas)**

- Aplicación de metodologías de estimación de recarga.
  - Ascenso del nivel freático, medición de las descargas, método del cloruro.
  - Coeficientes de infiltración.
  - Balance hidrogeológico.
  - Modelos superficiales.
- Casos Ejemplos.

## **5. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE UNA CUENCA (5 semanas)**

- Introducción a MODFLOW (modflow 6, modflow-usg. Modflow 2005, etc.)
- Dominio y Geometría. Discretización espacial, definición de grilla.
- Régimen Permanente y Transitorio. Discretización espacial.
- Parámetros Hidrogeológicos. Conductividad Hidráulica y Coeficiente de Almacenamiento.
- Condiciones de Borde, Condiciones Iniciales.
- Procesos de calibración y validación.
- Análisis de Sensibilidad.
- Desarrollo de escenarios.

- Ejemplos de Aplicaciones en Sistemas Reales.

## **6. MODELACIÓN DE FLUJO EN SISTEMAS NO SATURADOS (1 semanas)**

- Propiedades de un suelo no saturado: Humedad y succión.
- Formulación matemática: Ley de Darcy Buckingham.
- Condiciones de borde e iniciales.
- Formulación numérica.
- Modelos computacionales: HYDRUS.
- Ejemplos de aplicación.

## **7. TRANSPORTE DE CONTAMINANTES (2 semanas)**

- Formulación matemática: Ecuación de balance para un compuesto conservativo.
- Condiciones de borde e iniciales.
- Formulación numérica: Sistemas de ecuaciones diferenciales algebraicas. Simulación procesos advectivos. Simulación de procesos dispersivos.
- Modelos computacionales: MODPATH, MODPATH-MP3DU, MT3DMS, MT3S-USGS.
- Ejemplos de aplicación.