

Seminario Electivo de la Maestría en Ingeniería Ambiental

Introducción a la modelación hidrológica por medio de software de código abierto y/o licencia gratuita.

1. PRESENTACIÓN:

- a. **Nombre del curso:** *Introducción a la modelación hidrológica por medio de software de código abierto y/o licencia gratuita.*
- b. **Docente a cargo:** Dr. Ingeniero Hidráulico Daniel E. Pérez
- c. **Duración:** 32 horas
- d. **Fundamentos del recorte de campo**

La Modelación Hidrológica es un campo esencial para lograr una mayor y mejor comprensión de los recursos hídricos, en un mundo donde la escasez de agua y cambio climático son desafíos crecientes. El hecho de tener como motivo de estudio el agua en la naturaleza, lo hace un conocimiento aún más valioso. A medida que las poblaciones crecen y demandas de agua aumentan, es fundamental contar con profesionales capacitados que comprendan los procesos hidrológicos y puedan aplicar ese conocimiento en la toma de decisiones. La modelación hidrológica adquiere su relevancia en diversos campos, como:

- Gestión de Recursos Hídricos. Optimización del uso y distribución del agua en cuencas hidrográficas.
- Diseño de Infraestructuras. Evaluación de sistemas de drenaje, presas y canales para prevenir inundaciones y el abastecimiento de agua.
- Agricultura. Planificación del riego y gestión de la escorrentía para maximizar la eficiencia del uso del agua en cultivos.
- Cambio Climático. Análisis del impacto del cambio climático en los patrones de precipitación y disponibilidad de agua.
- Salud Pública. Monitoreo de fuentes de agua para prevenir enfermedades transmitidas por el agua y garantizar la calidad del agua potable.
- Conservación de sistemas. Evaluación del impacto de actividades humanas en los recursos hídricos y en calidad de los ecosistemas acuáticos.
- Medio ambiente. La contaminación es un problema creciente. En particular, las fuentes de agua deben ser protegidas. Solo conociendo a fondo su dinámica se puede valorar la magnitud de los problemas.

La modelación hidrológica no solo proporcionará habilidades técnicas, sino que también preparará a los participantes para ser agentes de cambio en la gestión de recursos hídricos, ambientales y de calidad de agua. Poseer conocimientos de modelación hidrológica permite un enfoque especializado y profundo del tema. Se desarrollan habilidades como resolución de problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos, ambientales y calidad del agua, tributando de esta forma a la sostenibilidad y el impacto ambiental de las intervenciones humanas.

2. ESTRUCTURA CURRICULAR

a. Justificación

En la actualidad, el programa de Ingeniería Civil no incluye ninguna materia específica que contemple la modelación hidrológica como eje. Debido al grado de importancia de la hidrología en el desarrollo sostenible y los cambios ambientales, sumado al hecho que no hay materias que exclusivamente aborden el contenido de modelación hidrológica, el presente curso no solo cumple una necesidad educativa, sino que contribuirá a la formación de profesionales capaces de enfrentar los desafíos del futuro.

Actualmente se cuenta con una serie de programas de simulación hidrológica y sistemas información geográficos (GIS), altamente eficientes con los que se puede abordar un gran número de problemas hidrológicos.

Además, varios de ellos son de código abierto y/o licencia libre y están al alcance de cualquier estudiante. Estos programas vienen respaldados por organismos de gran reputación, y han demostrado la calidad de sus productos a través de miles de simulaciones exitosas.

La adaptación a nuevas tecnologías es de por si un camino hacia el futuro de la Ingeniería. Familiarizarse con estos softwares y herramientas avanzadas, de forma práctica, permitirá al participante conocer estas herramientas esenciales para la gestión hídrica. Certificar el curso, mejorará el CV de los participantes, aumentando por ende la probabilidad de inserción laboral en el medio.

b. Objetivos

En función de lo antes expuesto se proponen los siguientes objetivos para el curso:

- Proporcionar una comprensión de los conceptos hidrológicos y su importancia en la gestión de recursos hídricos
- Familiarizar a los estudiantes con los diferentes tipos de modelos hidrológicos y su potencialidad en la aplicación.
- Enseñar a los estudiantes a construir modelos hidrológicos utilizando HEC-HMS, incluyendo la definición de cuencas, subcuencas, y superficies.
- Instruir sobre la incorporación de datos meteorológicos y de caudal en el modelo.
- Capacitar a los estudiantes en la ejecución de simulaciones de diferentes escenarios hidrológicos para evaluar el comportamiento de las cuencas en diversas condiciones.
- Fomentar la interpretación de los resultados obtenidos de las simulaciones.
- Desarrollar habilidades en la interpretación y análisis de salidas, incluyendo caudales, tiempos de concentración volúmenes erogados.
- Enseñar métodos para validar y calibrar modelos hidrológicos.
- Capacitar a los estudiantes en la ejecución de simulaciones de diferentes escenarios hidrológicos para evaluar el comportamiento de las cuencas en diversas condiciones.
- Fomentar la interpretación de los resultados obtenidos de las simulaciones.

c. Unidades temáticas

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Alcances y objetivos y enfoque del curso. Repaso de conceptos hidrológicos, ciclo del agua, cuencas, tiempos de concentración, hidrogramas, escurrimientos base y superficial, evapotranspiración, etc. Presentación breve de los distintos programas a usar, Instalación de los programas necesarios para el curso: QGIS, Hec HMS, Hcanales, etc.

TEMA 2: QGIS

Inicialización y adopción de geoide de referencia. Generalidades de funcionamiento. Capas. Tipo (Raster, capas vectoriales). Manejo de datos. Importar datos de archivos de terreno. Depuración de curvas de modelo de elevación. Imágenes satelitales. Capas tipos raster con información hidrogeológica (Curvas de nivel, etc.)

TEMA 3: Precipitaciones

Datos Pluviométricos. Series de tiempo. Repaso de conceptos de intensidad duración y frecuencia. Curvas IDF, generación, función y aplicación para obtener una tormenta de proyecto. Determinación de hietogramas a partir del método de Huff. Métodos paramétricos de obtención de la precipitación de proyecto en Argentina. Método de las intensidades y bloques alternos para obtener hietogramas a partir de lluvias totales. Implementación de evapotranspiración.

TEMA 4: HEC-HMS

Introducción. Presentación del modelo. Generación de proyectos. Pestañas de GIS implementadas en el modelo. Generación de un modelo de terreno por medio de Modelos de elevación. Depuración de datos. Identificación de la red de drenaje. Delimitación de la cuenca en base a una sección particular. Elaboración de modelos meteorológicos, cuencas y subcuencas. Implementación del modelo del Soil Conservation Service (SCS). Parámetros de las cuencas por método de Kirpich. Utilización del QGIS para determinar parámetros de las cuencas. Determinación del Curve Number (CN) por medio de tablas e imágenes satelitales. Implementación del método de Mukingham para modelar el tránsito de la crecida. Calibración y validación. Se implementará el método empírico de evapotranspiración (ETP)

d. Bibliografía

- ▲ Chow, V. T., Maidment, D. R. y Mays, L. W. (2021). Applied Hydraulics. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.
- ▲ Huff, F. A. (1967). Time Distribution Rainfall in Heavy Storm. Water Resources Research, vol. 3, number 4, pp 1007-1019.
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/WR003i004p01007>.
- ▲ Hydrologic Engineering Center (2000). Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual. Davis, California: U. S. Army Corps of Engineers.

- ▲ Hydrologic Engineering Center (2016). Hydrologic Modeling System HEC-HMS. User's Manual, Version 4.2. Davis, California: U. S. Army Corps of Engineers.
- ▲ Handbook of Hydrology (2021). David R. Maidment (2021). McGraw Hill.
- ▲ Instituto Geográfico Nacional. Modelo de elevación digital. Recuperado el 11 de julio de 2024.
<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Mapa>
- ▲ Linsley, R. K., Kohler, M. A. y Paulus, J. L. H. (1986). Hidrología para Ingenieros. Segunda edición. México: Mc Graw-Hill.
- ▲ Manual de Aprendizaje QGIS (s/f).
https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/training_manual/index.html

e. Metodología de trabajo

Se desarrollarán clases presenciales. El eje del curso será el estudio de una cuenca real a determinar entre el alumno y el docente. Sobre ella, se determinará el modelo de terreno, precipitaciones, coeficientes de escurrimiento, etc. La teoría estará intercalada con el avance del alumno en el proyecto. La misma incluirá clases magistrales, modalidad de trabajo en taller, consulta de bibliografía, uso de IA, bases de datos en internet de libre acceso. El curso se considera aprobado al presentar un informe final de la cuenca estudiada con los parámetros hidrometeorológicos estudiados, procesados y calibrados.

f. Criterios y procedimientos de evaluación

La evaluación será continua, ya que el avance será monitoreado clase a clase. Para aprobar el curso, el alumno deberá presentar un informe final con la totalidad del trabajo realizado en el curso. Este informe debe incluir como mínimo:

- ❖ Mapas de modelos de terreno usado con memoria descriptiva de cómo se llegó al mismo
- ❖ Descripción los procedimientos realizados para llegar a la tormenta de diseño.
- ❖ Delimitación de cuencas y subcuencas del área adoptada
- ❖ Adopción de parámetros hidrológicos
- ❖ Simulación del escurrimiento que incluyan pico máximo de crecida, volumen escurrido, hidrograma de crecida. Tiempo de llegada del pico de la crecida, etc.
- ❖ Calibración de los parámetros de la cuenca en base a una hidrograma medido.

El alumno deberá exponer sus resultados y conclusiones frente a la clase y defenderá su trabajo.

g. Infraestructura y equipamiento

Se necesitará un aula estándar, donde los alumnos puedan acceder a Internet. Cada alumno deberá disponer de su propia computadora. Se necesitará un espacio en el aula virtual para llevar a cabo las tareas propias del curso (trabajos prácticos, correcciones, consultas y clases virtuales).