

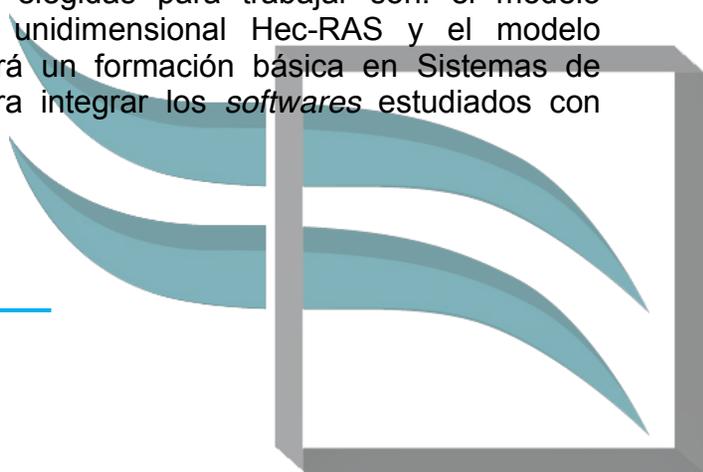
NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN**Diplomado en Modelación Hidrológica e Hidráulica****CARACTERÍSTICAS**

| | |
|---|--|
| Duración: | 320 horas |
| Modalidad: | Semipresencial |
| Fecha de inicio: | 24 de septiembre de 2015 |
| Fecha de finalización: | 4 de diciembre de 2015 |
| Horario: | 9:00 a 13:00 y de 15:00 a 19:00 |
| Número de horas de trabajo en modalidad presencial: | 80 horas |
| Número de horas de trabajo con tutoría: | 240 horas |
| Título otorgado: | Diplomado en Modelación Hidrológica e Hidráulica |
| Dirigido a: | Ingenieros, estudiantes de último año de ingeniería e interesados en adquirir conocimientos y formación en modelación hidráulica y manejo de <i>software</i> . |

PRESENTACIÓN

El Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA) cumpliendo con la función primordial de capacitar en temas de actualidad, está organizando un Diplomado que se dicta en convenio con el Instituto de Investigación Flumen de la Universidad Politécnica de Catalunya. El Instituto de Investigación Flumen hace más de 20 años viene realizando trabajos de investigación, desarrollo, asesoramiento y dictado de cursos, de especialización, maestría y doctorado en el campo de la ingeniería hidrológica e hidráulica,

En este diplomado se pretende brindar una formación integral (conceptual y práctica) en la especialidad de la hidrología e hidráulica; para ello se enseñará a manejar diversas herramientas (*software*) que permitan modelar numéricamente los fenómenos físicos donde interviene el agua. Las herramientas elegidas para trabajar son: el modelo hidrológico Hec-HMS, el modelo hidráulico unidimensional Hec-RAS y el modelo hidráulico bidimensional Iber, además se dará una formación básica en Sistemas de Información Geográfica (SIG), que sirven para integrar los *softwares* estudiados con información digital georeferenciada.



Hec-HMS

Es una de las herramientas más usadas en la simulación hidrológica. Ha sido desarrollada por el “Hydrologic Engineering Center” del “U.S. Army Corps of Engineers”. Sirve para simular la transformación lluvia-escorrentía, los procesos de pérdida, el tránsito de avenidas, caudal base, en fin, todos los procesos hidrológicos para modelar hidrológicamente una amplia gama de tipos de cuenca, desde la cuenca de grandes ríos, hasta riachuelos o pequeños cursos de agua. También sirve para modelar cuencas rurales y cuencas urbanas incluyendo la laminación y tránsito de hidrogramas en embalses. Este programa es gratuito y es el más usado en el mundo, por lo cual su aprendizaje es obligatorio en el campo de la hidrología. Al finalizar el Diplomado los participantes conocerán las capacidades y campos de aplicación del modelo HEC-HMS, conocerán las bases teóricas en que se fundamenta el modelo y serán capaces de realizar cualquier tipo de modelación hidrológica.

Hec-RAS flujo permanente

La modelación numérica del flujo en lámina libre se requiere cada vez más para realizar un estudio de un río o canal. Hoy en día es indispensable contar con una herramienta capaz de simular el comportamiento del flujo y obtener las variables hidráulicas de la lámina de agua; por ello se enseña la herramienta HEC-RAS que ha sido desarrollada por el “Hydrologic Engineering Center” del “U.S. Army Corps of Engineers”. Hec-RAS es un modelo numérico unidimensional solvente y en continuo desarrollo, ampliamente utilizado en el ámbito de la ingeniería hidráulica y fluvial, con una gran aceptación por parte de la administración hidráulica en todo el mundo. Este programa es gratuito y de libre distribución.

En este Diplomado se enseñará el uso de este programa mediante la aplicación en casos reales, se explicarán las bases teóricas esenciales (conceptos de régimen lento, régimen rápido, resalto hidráulico...), el funcionamiento general del modelo (crear un proyecto, creación de geometrías, gestión de planes...), los aspectos claves a considerar en su ejecución (establecimiento de las condiciones de contorno, espaciamiento entre secciones, rugosidad...) y se trabajará también con elementos singulares (puentes, creación de encauzamientos, culverts, entre otros).

Hec-RAS también es un modelo que trabaja en régimen variable unidimensional por lo tanto se enseñará a utilizar los módulos de cálculo en régimen no permanente (flujo variable), rotura de presa y modelación cuasi-bidimensional. En régimen variable es necesario adecuar el esquema numérico a las características del flujo para asegurar la validez de los resultados que se obtienen; por ello se analizarán las distintas posibilidades de Hec-RAS y su ajuste para evitar inestabilidades y representar correctamente el flujo en ríos.

Iber modelo bidimensional

Gracias a los desarrollos recientes en modelación numérica y la creciente potencia de los ordenadores, el cálculo en régimen variable en dos dimensiones permite abordar con mayor detalle la solución de ciertos problemas de dinámica fluvial. Por otro lado la existencia de estas herramientas ha provocado una mayor exigencia por parte de algunas administraciones, por lo que cada vez es más importante su conocimiento, más aún, se está tomando conciencia que en muchos estudios hidráulicos es necesario realizar una modelación bidimensional debido a que las características del flujo no pueden ser representadas adecuadamente con modelos unidimensionales.

La herramienta que hoy en día está siendo muy utilizada para simulaciones en modelos bidimensionales es el modelo Iber. Iber es un modelo matemático bidimensional para la simulación del flujo y procesos de transporte sólido y en suspensión en ríos y estuarios, desarrollado en conjunto por el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente, GEAMA (Universidad de A Coruña, UDC), el Instituto FLUMEN (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC), y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE), en colaboración con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y la Dirección General del Agua de España. Esta herramienta hoy en día es una de las más utilizadas por su sencillez, incorpora una gran cantidad de módulos para facilitar el diseño y cálculo, además es gratuita y está respaldada por instituciones con probada experiencia en el campo de la hidráulica.

En esta diplomatura se explicarán las bases teóricas de los modelos bidimensionales para el cálculo del flujo en lámina libre en aguas poco profundas, haciendo especial énfasis en su aplicación a la hidráulica y morfología fluvial. Se mostrarán las capacidades y aplicaciones del modelo Iber, se realizarán prácticas utilizando el modelo para el cálculo de calados, velocidad y para zonas inundables, con ejemplos reales. El alumno será capaz de realizar una modelación bidimensional en cualquier estudio que se le presente y sobre todo será capaz de analizar e interpretar los resultados adecuadamente.

Introducción a los sistemas de información geográfica

Para trabajar con las herramientas antes descritas es necesario tener conocimientos básicos sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) y saber manejar, manipular, interpretar y obtener información digital, como por ejemplo: modelos digitales de elevación, mapas de usos de suelo, mapas digitales de temperatura, humedad, etc.

Por ello se pretende enseñar las herramientas básicas de SIG para que los alumnos sean capaces de obtener por si solos los datos necesarios para poder trabajar.



JUSTIFICACIÓN

Hoy en día en la mayoría de los proyectos relacionados con la hidrología, la hidráulica o la dinámica fluvial, es necesario utilizar una herramienta que sea capaz de realizar la modelación correspondiente. Por lo tanto se requiere conocer estos programas, saber cómo introducir la información, qué modelos numéricos utilizar y cuál es el adecuado para cada caso. Finalmente hay que saber visualizar, interpretar, manejar y analizar los resultados obtenidos. De la misma forma, el desarrollo de la ingeniería está orientado al manejo de los sistemas de información geográfica. Por lo tanto es necesario que todo ingeniero los conozca.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es conocer diferentes herramientas para la modelación hidrológica e hidráulica. El conocimiento debe ser integral, abarca desde la teoría que está detrás de cada programa hasta el correcto uso del mismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener, modificar y manipular información topográfica
- Gestionar información hidrológica
- Obtener las lluvias de diseño para un estudio hidrológico
- Calcular los hidrógramas para diferentes periodos de retorno en una cuenca
- Diseño de encauzamientos y obras de protección
- Restauración de ríos
- Planes de emergencia en roturas de presa
- Optimización y diseño de obras hidráulicas
- Análisis de la dinámica fluvial
- Evaluación y la gestión del riesgo de inundación
- Flujo en estuarios o desembocaduras
- Estudio del drenaje urbano



PROGRAMA ACADÉMICO

1era fecha: (24 y 25 de septiembre de 2015) (Conceptos hidrológicos e introducción a Hec-HMS)

- Introducción al análisis hidrológico. Componentes básicos de un proyecto. Criterios de discretización en subcuencas.
- Lluvias de proyecto: cálculo de la lluvia de proyecto, estudio de máximos. Funciones de distribución (Gumbel, SQRT-ETmáx, LPIII), precipitación máxima en 24 horas, curvas IDF, métodos para la obtención de la lluvia de diseño
- Introducción al modelo hidrológico HEC-HMS
- Pérdidas de precipitación en HEC-HMS. Opciones de cálculo. Información especializada o asignación de un modelo de pérdidas: número de curva, Inicial-constante y Green Ampt.
- Modelos de transformación lluvia-escorentía en HEC-HMS: hidrograma unitario SCS, Mod-Clark y Snyder
- Ejercicio 1: Modelación hidrológica de una cuenca. Análisis y visualización de resultados
- Ejercicio 2: Laminación de embalses, estructuras de derivación.
- Propagación de caudales en Hec-HMS. Tránsito de hidrogramas en embalse
- Ejercicio 3: División de subcuencas y propagación de caudales en un estudio hidrológico
- Ejercicio 4. Optimización y calibración de parámetros

2da Fecha: (29 y 30 de septiembre de 2015) (Introducción al SIG y Hec-GeoHMS)

- Introducción al Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Obtención de información topográfica e hidrológica
- Herramientas básicas de GIS
- Entrada y manejo de datos digitales
- Análisis y usos de datos digitales
- Procesamiento de datos digitales
- Conversión de formatos (raster y vectorial)
- Introducción a Hec-GeoHMS
- Preparar las cuencas y subcuencas con Hec-GeoHMS
- Definir el proyecto o proyectos
- Modificación de subcuencas y ríos



- Obtener información de las subcuencas y ríos
- Exportar la información a Hec-HMS
- Prácticas de modelos hidrológicos completos

3er fecha (22 y 23 de octubre de 2015) (Repaso de hidráulica de ríos y canales e introducción a Hec-RAS y Hec-GeoRAS)

- Ecuaciones y conceptos básicos de la hidráulica en lámina libre
- Clasificación del movimiento en la hidráulica
- Ecuaciones y conceptos básicos de la hidráulica en lámina libre, estudio del movimiento permanente y uniforme, evaluación del coeficiente de Manning
- Ecuaciones y conceptos del movimiento gradualmente variado
- Estudio del número de Froude y análisis de la celeridad de una onda de perturbación gravitatoria.
- Análisis intuitivo de las curvas de remanso
- Influencia las condiciones de contorno
- Balance de energía entre dos secciones. Método paso a paso
- Características generales del modelo Hec-RAS
- Prestaciones básicas del modelo Hec-RAS
- Aprendizaje práctico de Hec-RAS. Aplicación al estudio de canales
- Aprendizaje práctico de Hec-RAS. Sensibilidad del modelo al coeficiente de Manning. Análisis de las condiciones de contorno. Sensibilidad del modelo al espaciamiento entre secciones
- Introducción a Hec-GeoRAS
- Exportación de datos con Hec-GeoRAS
- Integración entre Hec-GeoRAS y Hec-RAS
- Aprendizaje práctico de Hec-RAS. Cauces naturales: confluencias y diseño de encauzamientos
- Post proceso con Hec-GeoRAS

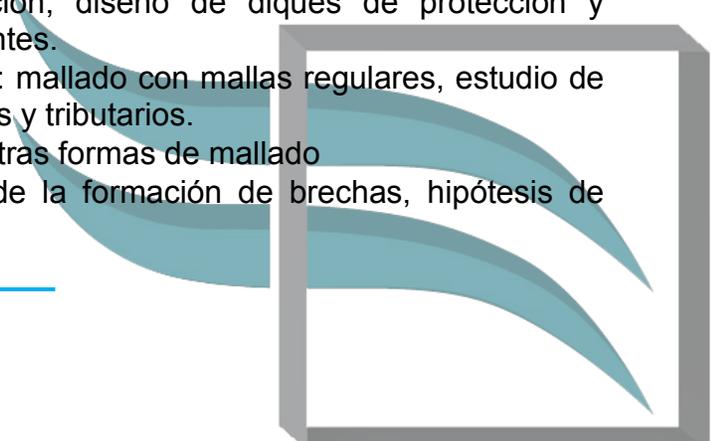


4ta fecha (12 y 13 de noviembre de 2015) (Práctica de modelación unidimensional, introducción a Hec-RAS variable y a los modelos bidimensionales)

- Aprendizaje práctico de Hec-RAS. Cauces naturales. Simulación de puentes y culverts. Análisis de la geometría: canal principal y llanuras de inundación.
- Conceptos básicos del flujo variable en lámina libre en una dimensión.
- Beneficios del cálculo en régimen variable frente al régimen permanente
- Esquemas numéricos para la modelación del flujo variable en lámina libre en una y dos dimensiones
- Aprendizaje práctico de Hec-Ras: régimen variable 1D en ríos
- Estudio completo de un proyecto unidimensional
- Capacidades del modelo Iber y bases conceptuales hidráulicas: distintas aproximaciones para cálculo de flujo en ríos. Ecuaciones de St. Venant 2D. Rango de aplicación. Condiciones de contorno. Fricción fondo. Cálculo de zonas inundables.
- Esquemas numéricos: El método de volúmenes finitos. Discretización espacial y temporal. Esquemas numéricos. Estabilidad y convergencia.

5ta fecha (3 y 4 de diciembre de 2015) (Modelo bidimensional Iber)

- Ejercicio 1. Hidrodinámica de canales: opciones de cálculo y esquemas numéricos. Condiciones de contorno. Generación de geometrías. Mallado básico.
- Ejercicio 2. Zonas inundables en calles: generación de la geometría y malla. Modificación de la malla por los MDE. Evaluación de zonas inundables y zonas de riesgo. Opciones de cálculo. Post-proceso de resultados.
- Modificaciones del terreno: incorporación de estructuras nuevas a la malla.
- Estudio de puentes y alcantarillas: modelación de puentes, alcantarillas y pilas
- Ejercicio 3. Zonas inundables en ríos y laderas: generación de geometrías a partir de datos GIS (RTIN). Asignación automática del coeficiente de Manning. Zonas de riesgo y capacidad de arrastre.
- Estudio de la vía de intenso desagüe: evaluación de zonas inundables, estudio de la vía de intenso desagüe, canalización, diseño de diques de protección y dimensionamiento de longitudes de puentes.
- Ejercicio 4. Mallas regulares y afluentes: mallado con mallas regulares, estudio de confluencias e incorporación de afluentes y tributarios.
- Alternativas de mallado: evaluación de otras formas de mallado
- Estudio de rotura de presas: análisis de la formación de brechas, hipótesis de rotura y propagación de la inundación.



Nota: Las fechas programadas pueden ser sujetas de cambio, con la anticipación necesaria y el acuerdo de los alumnos para que no se vean perjudicados.

METODOLOGÍA

Se impartirán clases durante las fechas señaladas de 8 horas cada día, se dejarán trabajos de casos reales que los alumnos desarrollarán con base en lo aprendido y siempre contarán con la tutoría del profesor. Estas prácticas equivalen a las 240 horas con tutoría. Estos trabajos serán presentados al docente, y a partir de los cuales demostrarán el manejo de los *softwares*. Al finalizar el curso los alumnos tendrán que rendir un examen. La nota final saldrá del promedio de los trabajos presentados y del examen final.

CERTIFICACIÓN

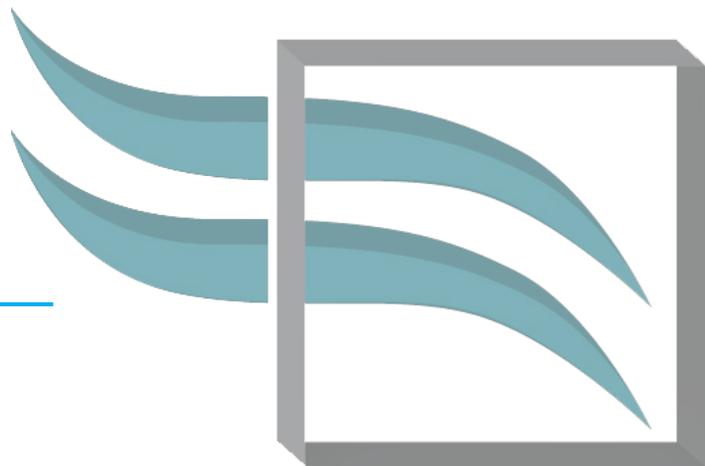
Una vez concluido y aprobado el Diplomado, si el alumno ha tenido una asistencia mínima del 75% se le entregará un Diploma emitido por el Instituto Flumen de la Universidad Politécnica de Catalunya (España).

SEDE

Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C.
Camino a Santa Teresa No. 187 Col. Parque del Pedregal C.P. 14010. Delegación Tlalpan. México, D.F.

REQUISITOS

Traer a clases una laptop con *Windows* y su respectivo *mouse*, para trabajar con comodidad.



INVERSIÓN

Costo del curso por persona: \$ 22,500.00 (veintidós mil quinientos pesos 00/100 M.N.).

Datos bancarios para pago:

Nombre del Banco: Scotiabank Inverlat

Nombre de la cuenta: IMTA INGRESOS PROPIOS

Número de la cuenta: 0750143631-7

CLABE nacional para transferencias: 044543075014363171

Número de sucursal: 01 Jiutepec, Morelos

Plaza: 075

Matriz y/o sucursal: 1717

Referencia: 12443

INSCRIPCIONES

C.P. Evelia Popoca Vargas, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Subcoordinación de Educación Continua. Paseo Cuauhnáhuac 8532. Progreso, Jiutepec, Mor. 62550, México. educacion_continua@tlaloc.imta.mx Tel.: 777 329 3600 Ext. 661 o 112.

Las inscripciones son hasta el 18 de septiembre de 2015, o hasta que se cubran las plazas, ya que son limitadas.



PLAZAS

Para que el curso se realice es necesario contar por lo menos con 40 alumnos. En caso de no cubrir estas plazas, el curso se podrá postergar o cancelar. El número máximo de alumnos permitido es de 55.

DIRECTOR DEL CURSO

Ernest Blade Castellet.

- Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Ph.D. en Ingeniería Civil
- Subdirector del Instituto Flumen de la Universidad Politécnica de Catalunya
- Profesor Doctor de la Escuela Profesional de Ingeniería de Caminos Canales y Puertos de Barcelona - Universidad Politécnica de Catalunya
- Profesor del Master de Agua de la Universidad de Barcelona
- Profesor de Recursos Hídricos del CEDEX
- Profesor de Posgrado de la Universidad de Castilla la Mancha.

DOCENTE

Hans Paul Sánchez Tueros.

- Ingeniero Civil
- Master en Ciencias en Ingeniería Civil
- Ph.D (candidato) Ingeniería Civil
- Docente del Instituto Flumen de la Universitat Politècnica de Catalunya - España
- Profesor de Maestría en la Universidad de Santo Tomas – Colombia
- Profesor de Maestría de la Universidad Técnica de Oruro – Bolivia
- Profesor de Iberaula.
- Amplia experiencia en el dictado del curso en diferentes países de Sudamérica y Europa.
- Asesor hidráulico en empresas de España, Perú, México, Colombia, Ecuador, Argentina y Chile

