

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA</b> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina</p>	<h1>MODELOS HIDROLÓGICOS</h1>	
<p><b>LICENCIATURA EN HIDROMETEOROLOGÍA</b></p>	<p>Plan: <b>2023</b> Carga Horaria: <b>90</b> Semestre: <b>8<sup>vo</sup></b> Carácter: <b>Obligatoria</b> Bloque:</p>	<p>Puntos: Hs. Semanales: <b>6</b> Año: <b>4<sup>to</sup></b></p>
<p>Objetivos: El estudiante adquiera conocimientos sobre modelación hidrológica en general y su aplicación práctica en sistemas hidrológicos de diferentes características.</p>		
<p>Programa Sintético</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a modelación hidrológica.</li> <li>2. Modelación de procesos hidrológicos.</li> <li>3. Clasificación de modelos hidrológicos.</li> <li>4. Parámetros hidrológicos. Calibración y validación.</li> <li>5. Datos de lluvia y tormenta de diseño.</li> <li>6. Métodos de transformación lluvia-caudal.</li> <li>7. Métodos de propagación de caudales.</li> <li>8. Modelos hidrológicos concentrados.</li> <li>9. Modelos hidrológicos continuos.</li> <li>10. Modelos hidrológicos distribuidos.</li> <li>11. Hidrología operacional.</li> </ol>		
<p>Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja <b>XX</b> a foja <b>XX</b>.</p>		
<p>Bibliografía: foja <b>XX</b>.</p>		
<p>Correlativas Obligatorias: <i>Hidrología y procesos hidráulicos</i></p>		
<p>Correlativas Aconsejadas: <i>Instrumental y Prácticas de Laboratorio I y II-, Hidrometeorología I y III</i></p>		
<p>Rige: <b>2023</b></p>		
<p>Aprobado HCD, Res.: Fecha:</p>		<p>Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:</p>
<p>El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .</p>		
<p>Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:</p>		

## **PROGRAMA ANALÍTICO:**

LINEAMIENTOS GENERALES: Modelos hidrológicos es una materia que pertenece al grupo de materias específicas de la carrera Licenciatura en Hidrometeorología. Se dicta en el séptimo semestre (cuarto año) de acuerdo al plan de estudios aprobado en la resolución (XXXXXXXXXX).

### Objetivos:

Desarrollar los conceptos básicos vinculados a la Modelación Hidrológica, conocer y comprender las capacidades de los diferentes modelos hidrológicos y aplicarlos a casos prácticos

Con el cursado y promoción de la materia el estudiante estará capacitado para comprender el funcionamiento de los modelos numéricos hidrológicos y conocer las fortalezas y debilidades de cada tipo de modelo.

Se pretende, como resultado, que el alumno sea capaz de analizar y comprender las características de cada uno de los sistemas hidrológicos y, en función de los objetivos planteados, seleccionar el modelo numérico más eficiente para reproducir los principales procesos físicos y desarrollar modelos hidrológicos para ser aplicados a problemas reales y comunicar correctamente los resultados de su trabajo.

Para el correcto cursado de la materia el alumno contará con el apoyo bibliográfico recomendado por la Cátedra, y los materiales didácticos de laboratorios provistos para su uso por el Laboratorio de hidráulica e hidro meteorología

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA: El desarrollo de la materia consta de clases teóricas y prácticas. Las clases teóricas se orientan a exposiciones dialogadas entre el cuerpo docente y los alumnos, apoyándose en presentaciones audiovisuales y diversos materiales que se consideren pertinentes. Se buscará desarrollar un espíritu crítico y el asentamiento de conceptos que puedan ser posteriormente utilizados en la caracterización de sistemas hidrológicos y el desarrollo de modelos hidrológicos numéricos. Las clases prácticas están dirigidas por Jefes de Trabajos Prácticos con la colaboración de Ayudantes Alumnos y se orientan a la adquisición de habilidades que permitan a los alumnos la resolución de problemas de aplicación de los conceptos teóricos involucrados. En las clases prácticas los alumnos desarrollarán e implementarán modelos hidrológicos. Todas estas clases y experiencias están diagramadas en base a un cronograma del cuatrimestre, utilizándose material bibliográfico preparado por la Cátedra además del que figura en el presente programa analítico.

EVALUACIÓN: La evaluación a los estudiantes cursantes se efectúan de acuerdo al Régimen de Alumno vigente. De acuerdo al desempeño de los mismos, pueden alcanzar alguna de las siguientes condiciones académicas: Promoción, Regular o Libre. Exámenes: En las últimas semanas de cursado los alumnos rendirán un examen integrador. El examen integrador consistirá en preguntas referidas a aspectos teóricos de la materia, y problemas de aplicación práctica; se dispondrá de un tiempo específico y común a todo el grupo, que sea suficiente para el desarrollo del mismo. Este examen se efectuará durante el cuatrimestre, en fechas que serán fijadas con suficiente antelación. Para aprobar este examen se deberá obtener una nota no inferior a los cuatro (4) puntos equivalente al 60% de los conocimientos evaluados. Durante la semana dieciséis (16) se tomará un examen especial de recuperación, el cual podrá ser rendido solamente por las/los estudiantes que no hayan alcanzado la nota mínima de promoción, o no hayan asistido al examen integrador, sin importar la causa de la inasistencia. Además, durante todo el cuatrimestre, se deberá desarrollar un trabajo práctico integrador.

### **Condiciones para la promoción de la materia:**

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas. -
- 2.- Asistir por lo menos al 80% de las clases teóricas y prácticas, -
- 3.- Aprobar el trabajo práctico integrador. -
- 4.- Aprobar el examen integrador. Para la nota final el Profesor evaluará el desempeño del alumno a través de los diferentes exámenes y experiencias realizadas. -

### **Plazo de validez de la promoción:**

Cuando el cursado de la materia corresponda al primer cuatrimestre del año lectivo, el plazo para asentar la nota de promoción en Actas de examen, es hasta finalizar la época de exámenes de Febrero/Marzo del año siguiente al cursado de la misma. Cuando el cursado de la materia corresponda al segundo cuatrimestre del año lectivo, el plazo para asentar la nota de promoción en Actas de examen, es hasta finalizar la época de exámenes de Julio del año siguiente al cursado de la misma. Una vez finalizado dicho plazo, el alumno perderá la promoción quedando en condición de regular.

### **Condiciones para la regularidad de la materia:**

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas. -
- 2.- Asistir por lo menos al 80% de las clases teóricas y prácticas,
- 3.- Aprobar el examen integrador. -

### **Plazo de validez de la regularidad:**

La condición de regular tendrá validez por un año más un turno de examen a contar desde la finalización del cuatrimestre de cursado. Condición de alumno libre: Los alumnos que no cumplan las condiciones mínimas de regularidad, o excedan su plazo de validez, quedan en la condición de alumno libre.

### **Condición de alumno libre:**

Los alumnos que no cumplan las condiciones mínimas de regularidad, o excedan su plazo de validez, quedan en la condición de alumno libre.

## **Programa Analítico**

### **Unidad 1 Introducción a modelación hidrológica.**

Ciclo hidrológico. Características de las cuencas y subcuencas hidrológicas. Variables hidrológicas. Variabilidad espacial y temporal. Introducción a la modelación matemática. Modelos: definición y clasificación. Calibración y validación de modelos. Análisis de resultados. Toma de decisiones. Clasificación y caracterización de sistemas hidrológicos. Procesos hidrológicos: Precipitación. Evaporación. Evapotranspiración. Infiltración. Intercepción vegetal. Pérdidas superficiales. Radiación. Flujo subterráneo. Uso de herramientas computacionales para delimitar y caracterizar cuencas y sus parámetros hidrológicos

### **Unidad 2 Modelación de procesos hidrológicos.**

Modelos de abstracciones: evaporación, intercepción, infiltración y percolación. Intercepción vegetal. Pérdidas superficiales. Métodos para su determinación: Horton, Green Ampt, SCS CN, etc. Modelos de transformación lluvia caudal. Definición. Clasificación según el tamaño de una cuenca. Método racional. Método racional generalizado. Método racional modificado. Método del hidrograma unitario. Modelación hidrológica concentrada y distribuida. Modelos de propagación de caudales. Métodos hidrológicos e hidrodinámicos. Modelos de almacenamiento. Método de Pulz. Método de Muskingum. Método de Muskingum – Cunge. Modelación hidrodinámica uni y bidimensional.

### **Unidad 3 Clasificación de modelos hidrológicos.**

Modelos hidrológicos. Definición. Clasificación de modelos hidrológicos matemáticos: continuos y por eventos; concentrados y distribuidos; con base física, conceptuales y empíricos; determinísticos y estadísticos.

### **Unidad 4 Parámetros hidrológicos. Calibración y validación.**

Identificación, clasificación y caracterización de datos de entrada. Fuentes de datos. Métodos de tratamiento y análisis de datos. Análisis de sensibilidad de los datos de entrada en las respuestas del modelo. Resolución, capacidades y limitaciones de la modelación hidrológica. Calibración y validación de modelos hidrológicos.

Herramientas disponibles. Metodología de análisis y de cálculo. Obtención y análisis de series de datos. Aplicación en cuencas piloto.

#### **Unidad 5 Datos de lluvia y tormenta de diseño.**

Información de campo. Instrumental de medición: pluviómetro, pluviógrafo, limnómetro. Redes hidrometeorológicas en Argentina. Tormenta de diseño. Antecedentes. Conceptos fundamentales. Elementos. Curvas intensidad duración - frecuencia (IDT). Modelos para la estimación de la IDT. Atenuación espacial de la lámina de lluvia. Distribución temporal de la lámina de lluvia PMP. Estimación. Metodología de cálculo de la CMP. Determinación de lluvias de diseño en cuencas piloto.

#### **Unidad 6 Métodos de transformación lluvia-caudal.**

Modelación de los sistemas hidrológicos. Representación y simplificaciones de los modelos. Datos de entrada y su evaluación previa. Objetivos de la modelación. Ejemplos y aplicaciones de modelación hidrológica.

#### **Unidad 7 Métodos de propagación de caudales.**

Clasificación de modelos. Ventajas y desventajas. Aplicación de cada uno de ellos. Modelos hidrológicos: Método de Pulz. Método de Muskingum. Método de Muskingum Cunge. Aplicación en cuencas piloto. Modelos hidrodinámicos.

#### **Unidad 8 Modelos hidrológicos concentrados.**

Aplicación en cuenca piloto. Determinación de parámetros hidrológicos e implementación. Análisis de resultados y aplicación de HEC HMS

#### **Unidad 9 Modelos hidrológicos continuos.**

Modelos de pérdidas para la simulación en continuo. Modelo  $\Phi$  constante. Modelo SMA. Aplicación en cuenca piloto aplicando HEC HMS

#### **Unidad 10 Modelos hidrológicos distribuidos.**

Discretización de parámetros hidrológicos/hidráulicos en las cuencas. Variabilidad espacio/temporal de las variables de interés. Aplicación de HEC RAS en cuenca piloto

#### **Unidad 11 Hidrología operacional.**

Hidrología operacional. Definición. Procesos intervinientes en el ciclo definido por la Organización Meteorológica Mundial. Lineamientos. Etapas. Modelos de pronóstico hidrológico. Herramientas numéricas de pronóstico de variables hidrometeorológicas. Ventajas y desventajas de cada uno. Aplicación sobre casos de cuencas de llanura y montaña. Análisis de resultados. Utilización en el manejo de cuencas integradas. Manejo de embalses: implementación, análisis y desarrollo de un plan integral.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Chow, V. T. Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Diana. 1982.  
 Chow, V.T. Maidment, D.R. y Mays, L.W. Hidrología Aplicada. Mc. Graw Hill. 1994.  
 Fundamentos de Hidrología de Superficie - Francisco Aparicio Mijares  
 Hidrologia- Ciência e Aplicação 4ª Ed. Carlos Tucci CAP.  
 Caamaño Nelli, Gabriel y Dasso Clarita (2003). "Lluvias de Diseño: Conceptos, Técnicas y Experiencias". Editorial Universitas. 222 páginas. ISBN: 9879406-43-5. Córdoba, Argentina.  
 Bertoni, J.C. y Tucci, C.E.M. (1993). "Hidrología: Ciencia y Aplicación". Colección ABRH, Vol. 4. 2da. Edición. 943 p. Brasil.

Catalini, Carlos G.; Caamaño Nelli, Gabriel y Dasso, Clarita, compiladores (2011) "Desarrollo y Aplicaciones sobre Lluvias de Diseño en Argentina". 284 páginas. ISBN13: 978-3-8454-9722-8. Edit. Acad. Española (Lap Lambert Publishing GMBH & Co. KG). Saarbrücken, Deutschland.

García, Carlos Marcelo (1994). "Regionalización de Precipitaciones Máximas Diarias en la Provincia de Córdoba". Trabajo Final de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina.

Guillén, Nicolás F. (2014). "Estudios Avanzados para el Diseño Hidrológico e Hidráulico de Infraestructura Hídrica". Trabajo Final de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería-Mención Recursos Hídricos de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Zamanillo, Eduardo A. et al. (2009) "Procedimientos para la estimación de tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos" - 1a ed. - Buenos Aires: Univ. Tecnológica Nacional, 2009.

USACE [US Army Corps of Engineers] (2022). HEC-RAS Version 6.3.1. Davis, CA Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center.

USACE [US Army Corps of Engineers] (2022). HEC-HMS Version 4.10. Davis, CA Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center.