



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura		Modelación Hidrológica				Sigla	MIC435
Unidad académica		Departamento de Obras Civiles				Semestre	
Prerrequisitos		CIV-243 (Hidrología) y MAT-044 (Probabilidad y estadística para Ingeniería Civil)					
Área del conocimiento (OCDE)		Ingeniería y Tecnología					
Eje formativo		-					
Ámbito de formación		Ámbito de Formación Electiva en Ciencias de la Ingeniería Civil					
Créditos SCT-Chile ¹		7				Número de horas totales semestrales ²	209
Horas docencia directa semanales: 3:30						Horas trabajo autónomo semanales ³ : 9	
Cátedra	Ayudantía	Laboratorio	Taller	Seminarios	Otros ⁴		
2:20	1:10						

2. Descripción de la asignatura

La asignatura Modelación Hidrológica entrega a los/las estudiantes herramientas conceptuales y prácticas para representar, mediante modelos numéricos, los procesos que gobiernan el ciclo hidrológico a escala de cuenca. El curso aborda la taxonomía de modelos hidrológicos y las fuentes de incertidumbre involucradas en el proceso de modelación; los procesos físicos que un modelo debe representar, incluyendo la acumulación y derretimiento de nieve y el tránsito de caudales; la evaluación y el diagnóstico de simulaciones; el análisis de sensibilidad; y la calibración de parámetros junto con la cuantificación de incertidumbre. La asignatura tiene una fuerte componente práctica: los/las estudiantes implementan, evalúan y calibran modelos hidrológicos aplicados a cuencas chilenas, y desarrollan un proyecto semestral en torno a una pregunta científica. El objetivo es que los/las estudiantes sean capaces de configurar modelos hidrológicos, tomar decisiones de modelamiento fundamentadas y comunicar sus resultados y la incertidumbre asociada de manera efectiva.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Comprende los procesos del ciclo hidrológico y realiza balances hídricos a escala de cuenca. Aplica conceptos de probabilidad y estadística al análisis de datos hidrometeorológicos. Posee nociones básicas de programación.

¹ El total de horas cronológicas semestrales dividido por 27 (1SCT-Chile en la USM = 27 horas cronológicas). El número de créditos se aproximan al entero superior.

² Producto de las horas totales semanales por el número de semanas del semestre (17).

³ Tiempo que dedica el/la estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, estudio para pruebas, revisión de páginas web, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos o investigaciones y trabajos grupales e individuales, entre otros.

⁴ Visitas industriales/terreno.

El número de horas se trabaja con un decimal, no se aproxima al entero.



5. Competencias del Perfil de egreso/graduación a las que tributa

Competencias Transversales

- Realizar actividades de investigación con un alto estándar de calidad en alguna(s) de las disciplinas de Ingeniería Civil, para mejorar el estado del conocimiento o desarrollar aplicaciones novedosas.
- Comunicar sus ideas y conocimiento de manera clara y efectiva, para fomentar y difundir el avance en el estado del arte o la práctica de la Ingeniería Civil.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Sintetizar los principios físicos y matemáticos, el estado del arte y de la práctica en Ingeniería Civil, para aplicar conocimientos en su área de especialización desde una perspectiva global.
- Resolver problemas avanzados de Ingeniería Civil, aplicando modelos matemáticos y físicos apropiados.

4. Resultados de aprendizaje y contenidos

Unidad 1: Introducción a la modelación hidrológica Tiempo estimado en semanas: 2	
Resultados de Aprendizaje	Contenidos
Asociadas a las Competencias Transversales • Comunica, en forma escrita y gráfica, los resultados de simulaciones hidrológicas simples. Competencias Específicas Disciplinarias • Describe los componentes de un modelo hidrológico y su interacción para representar el ciclo del agua a escala de cuenca. • Selecciona el tipo de modelo apropiado para un problema dado, considerando la taxonomía de modelos y las fuentes de incertidumbre involucradas. • Implementa un modelo conceptual simple en el lenguaje computacional del curso.	I. Conceptos básicos de modelación hidrológica II. Taxonomía de modelos hidrológicos III. Fuentes de incertidumbre en modelación hidrológica
Unidad 2: Procesos físicos en la modelación hidrológica Tiempo estimado en semanas: 2	
Resultados de Aprendizaje	Contenidos
Asociadas a las Competencias Transversales • Analiza literatura científica pertinente a la representación de procesos hidrológicos, sintetizando de manera crítica sus resultados. Competencias Específicas Disciplinarias • Explica los procesos dominantes del balance hídrico de una cuenca y su variabilidad espacio-temporal. • Representa la acumulación y el derretimiento de nieve y el tránsito de caudales en un modelo hidrológico. • Evalúa las implicancias de las simplificaciones adoptadas en la representación de los procesos.	I. Variación espacial y temporal de variables meteorológicas, suelo y topografía II. Procesos hidrológicos III. Modelación de la acumulación y derretimiento de nieve IV. Tránsito de caudales

Unidad 3: Evaluación, diagnóstico y análisis de sensibilidad Tiempo estimado en semanas: 3



Resultados de Aprendizaje	Contenidos
Asociadas a las Competencias Transversales - Sintetiza resultados de experimentos numéricos, respaldando sus conclusiones con gráficos, figuras y tablas efectivas. Competencias Específicas Disciplinarias - Evalúa simulaciones hidrológicas combinando métricas agregadas, firmas hidrológicas, benchmarks y patrones espaciales. - Diseña un experimento de análisis de sensibilidad global para jerarquizar los parámetros de un modelo. - Argumenta las implicancias de la equifinalidad para la interpretación de parámetros calibrados.	I. Métricas de evaluación y benchmarking II. Enfoque de diagnóstico y firmas hidrológicas III. Evaluación de patrones espaciales IV. Equifinalidad V. Análisis de incertidumbre, sensibilidad e identificabilidad VI. Análisis de sensibilidad local VII. Métodos globales e híbridos de análisis de sensibilidad

Unidad 4: Calibración de modelos hidrológicos y cuantificación de incertidumbre
Tiempo estimado en semanas: 2,5

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
Asociadas a las Competencias Transversales - Elabora textos de carácter explicativo y argumentativo sobre sus decisiones de calibración y los resultados obtenidos. Competencias Específicas Disciplinarias - Resuelve problemas de calibración mediante algoritmos de búsqueda mono y multi-objetivo. - Diseña esquemas de validación para poner a prueba la transferibilidad temporal de los parámetros estimados. - Cuantifica la incertidumbre paramétrica y predictiva de las simulaciones de un modelo calibrado.	I. Métodos de estimación de parámetros II. Algoritmos de calibración mono y multi-objetivo III. Validación y transferibilidad temporal de parámetros IV. Calibración de modelos distribuidos y regionalización V. Cuantificación de incertidumbre paramétrica y predictiva

5. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

	Aprendizaje basado en problemas	x	Clases expositivas
x	Aprendizaje orientado a proyectos	x	Elaboración de informes/papers
	Investigaciones	x	Revisión bibliográfica
	Actividades de laboratorio	x	Exposiciones
	Aprendizaje basado en experiencias		Estudio de casos
	Aprendizaje colaborativo		Visitas a terreno
	Design thinking		Asistencia a seminarios/congresos
x	Simulaciones	x	Otros 1: Tareas
	Aula invertida		Otros 2: Recolección y Análisis de datos



6. Evaluación de los resultados de aprendizaje, calificación y aprobación

Tareas acerca de los temas del curso: 3 (NT)

Proyecto Final (NP)

Presentación de artículos científicos y discusión: 3 (NA)

Calificación final:

$$NF = NT \cdot 0.5 + NP \cdot 0.40 + NA \cdot 0.10$$

7. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía básica	• Brutsaert, W. (2005). <i>Hydrology: an introduction</i>. Cambridge University Press • Dingman, S. L. (2015). <i>Physical hydrology</i> (3.ª ed.). Waveland Press. •
Bibliografía recomendada	• Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A., & Savenije, H. (Eds.). (2013). <i>Runoff prediction in ungauged basins: Synthesis across processes, places and scales</i>. Cambridge University Press. • Artículos científicos
Virtuales	

8. Articulación Institucional

Sigla	Nombre de la asignatura



CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN
(SCT-CHILE)

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
HORAS DOCENCIA DIRECTA			
Cátedra	2:20	16	37
Ayudantía	1:10	16	19
Visitas industriales/de campo			
Laboratorios			
Taller			
Evaluaciones			
Otras (Especificar)			
Total de horas directas			
HORAS AUTÓNOMAS			
Proyectos/Informes/Tareas	6	16	96
Seminarios o exposiciones			
Estudio personal	3	16	48
Total de horas autónomas			
TOTAL DE HORAS CRONOLÓGICAS			200
TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES			7 SCT-CHILE

Elaborado por: Álvaro Ossandón Fecha de aprobación por el Departamento: Fecha de aprobación por el CCDD/CCCS*: Fecha de aprobación por la Dirección de Postgrado*: Fecha de aprobación por el CPCT/CPD*:	Observaciones:
--	----------------

*Según corresponda, pregrado (sedes/campus) o postgrado.