

PROGRAMA DE CURSO

HIDROLOGÍA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Hidrología		Código	CI4261	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	Hydrology					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X				
Requisitos	(CI3262: Ingeniería Hidráulica/CI4101: Hidráulica), MA3403: Probabilidades y Estadística					

B. Propósito del curso:

El curso es un introductorio a la ciencia hidrológica y sus aplicaciones en el diseño de obras de ingeniería hidráulica. Los y las estudiantes utilizan conceptos fundamentales del ciclo hidrológico, técnicas de medición de variables hidrológicas, metodologías de estimación, recopilación y análisis de datos, y aplicación de los mismos para la estimación de caudales de diseño de obras y análisis de problemas ambientales. Se promueve una enseñanza que permita construir aprendizajes, a partir de análisis de casos y resolución de ejercicios.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

CEH6: Caracterizar y cuantificar la variabilidad temporal y espacial de la cantidad y calidad del recurso hídrico en el sistema terrestre, tanto para condiciones normales como extremas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Elabora modelos de balance hidrológico y balance energético simples, planteando supuestos para su resolución.
CE4	RA2: Determina caudales e hidrogramas de diseño de obras hidráulicas, asociados tanto al funcionamiento normal como para condiciones extremas, a fin de dimensionar obras y sistemas de ingeniería hidráulica.
CEH6	RA3: Caracteriza la variabilidad temporal, y en algunos casos espacial, de los principales flujos y almacenamientos que intervienen en el ciclo hidrológico, tanto en condiciones normales como extremas.

CE2	RA4: Analiza, estima y chequea la consistencia de datos hidrológicos, interpretando los resultados obtenidos por softwares de sistemas de información geográfica (GRASS), planillas de cálculo (Excel) y modelos hidráulicos simples (HEC-RAS), cuya aplicación puede estar orientada tanto al uso como el control del recurso hídrico.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1, CG4	RA5: Produce, con su equipo, textos, de carácter explicativo y/o argumentativo, sobre el análisis hidrológico y su importancia, demostrando claridad, síntesis y efectividad en el uso de gráficos, figuras y tablas que respaldan sus ideas (procesamiento de datos, metodologías, supuestos, resultados y su interpretación, etc).
CG3, CG5	RA6: Analiza ejemplos (casos de estudio) de análisis hidrológicos, considerando la información disponible y la elaboración de supuestos para la toma de decisiones técnicas y éticas relacionadas con el uso y el control del recurso hídrico.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA4, RA5, RA6	Fundamentos de la ciencia hidrológica	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Fundamentos, principios éticos y desarrollo de la ciencia hidrológica. 1.2. Conceptos claves de la hidrología: 1.2.1. Ciclo hidrológico. 1.2.2. Sistemas hidrológicos. 1.2.3. Tiempo de concentración. 1.3. Balance hídrico.		El/la estudiante: - Explica, por escrito, el rol de la Hidrología como Ciencia de la Tierra, considerando claridad en su exposición y un punto de vista personal. - Identifica los principales elementos del ciclo hidrológico terrestre y superficial, distinguiendo entre variables de estado (almacenamientos) y variables de flujo. - Describe el concepto de escala y su dependencia del proceso hidrológico a estudiar. - Calcula las principales propiedades geomorfológicas de una cuenca mediante GRASS, explicando por escrito la interpretación de los resultados obtenidos.	

	5. Determina, dada una problemática, el volumen de control relevante, almacenamientos y flujos, y los relaciona mediante ecuaciones de balance hídrico, 6. Establece supuestos básicos para resolver ecuaciones de balance hidrológico, considerando argumentos técnicos y éticos, así como la información disponible para sostener su propuesta.
Bibliografía de la unidad	Chow et al, Cap. 1. Espíldora et al., Cap. 1. Dingman. Cap. 1-2

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA3, RA4, RA5, RA6	Principios de hidrometeorología	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Variables meteorológicas: viento, temperatura, radiación solar, humedad del aire. 2.2. Variabilidad climática y cambio climático. 2.3. Balance de energía. 2.4. Características climáticas generales. 2.5. Vapor de agua y su distribución. Agua precipitable. 2.6. Línea de nieves.		El/la estudiante: 1. Explica la diferencia entre variabilidad y cambio climático, distinguiendo diferencias climáticas en Chile. 2. Describe los factores que interactúan en el balance radiativo y su efecto sobre la Tierra. 3. Identifica y analiza los principales flujos involucrados en una ecuación de balance de energía. 4. Define un volumen de control, y plantea la ecuación de balance de energía, estableciendo supuestos para su resolución. 5. Justifica, por escrito, la decisión tomada para definir un volumen de control, el planteamiento de la ecuación de balances de energía y los supuestos para su resolución, considerando la información disponible y argumentos de carácter técnico y ético. 6. Identifica las variables meteorológicas involucradas en la formación de la evaporación, mecanismos de condensación y precipitación. 7. Provee estimaciones de humedad y agua precipitable. 8. Describe el concepto de línea de nieves, y estima su ubicación, considerando la información disponible.	

	9. Estima la ubicación del concepto línea de nieves, considerando la información disponible.
Bibliografía de la unidad	Chow et al. (1994), Cap. 2 y 3. Wallace and Hobbs, Cap 3 y 4. Salby, Cap. 1.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA4, RA5, RA6	Procesos hidrológicos	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Precipitación. 3.2. Nieve. 3.3. Evapotranspiración. 3.4. Flujo en medios porosos. 3.5. Escorrentía.		El/la estudiante: 1. Reconoce la variabilidad espacio-temporal de la precipitación, nieve, evapotranspiración, flujo en medios porosos y escorrentía superficial. 2. Estima datos hidrológicos faltantes y realiza análisis de consistencia, comunicando por escrito la interpretación de sus resultados. 3. Interpreta observaciones de variables hidrológicas y las complementa con estimaciones propias, tomando decisiones metodológicas que involucren criterios técnicos y éticos. 4. Caracteriza la variación estacional y anual de variables hidrológicas a la escala de cuenca con énfasis en la escorrentía, considerando criterios de sustentabilidad.	
Bibliografía de la unidad		Chow et al. (1994), Cap. 3 al 6. Dingman (2015), Cap. 3 al 10.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	Diseño hidrológico	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Fundamentos de diseño hidrológico: 4.1.1. Análisis de frecuencia. 4.1.2. Fórmulas empíricas. 5.2. Análisis de hidrogramas. 5.3. Hidrograma unitario. 4.3.1. Hidrograma Unitario Instantáneo. 4.3.2. El hidrograma en S. 4.3.3. Hidrograma unitario sintético: Snyder, Linsley, SCS. 5.4. Rastreo de crecidas. 4.4.1. Rastreo hidrológico. 4.4.2. Rastreo hidráulico. 5.5. Nociones básicas de modelación hidrológica. 5.6. Introducción a la hidrología urbana.		El/la estudiante: 1. Estima caudales de diseño asociados a cuencas aportantes con y sin control fluviométrico, considerando criterios éticos. 2. Descompone hidrogramas de crecida entre flujo base y escorrentía directa. 3. Estima hidrogramas para el diseño u operación de obras hidráulicas tanto en lugares con control fluviométrico como en sitios no controlados. 4. Describe conceptos básicos de modelación hidrológica. 5. Conceptualiza soluciones a problemas hidrológicos en un contexto urbano. 6. Comunica por escrito, de manera efectiva, la metodología y los resultados del diseño hidrológico, considerando criterios técnicos y éticos en su propuesta.	
Bibliografía de la unidad		Maidment, 1993 Chow et al.,1994 Cap 7-9. Dingman. Cap 10.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3, RA4, RA5, RA6	Estimación de caudales en cuencas no controladas	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Definición de hidrología Newtoniana e Hidrología Darwiniana. 5.2. Tipos de similitud. 5.3. Estimación de caudal medio anual. 5.4. Estimación de caudal medio mensual. 5.5. Estimación de curvas de duración.		El/la estudiante: 1. Reconoce la diferencia entre similitud física, climática e hidrológica, así como atributos asociados. 2. Cuantifica la similitud entre cuencas. 3. Provee estimaciones simples de caudal medio anual, caudal medio mensual y curvas de duración en cuencas carentes de control fluviométrico, criterios éticos y de sustentabilidad. 4. Explica por escrito tanto la metodología como los resultados obtenidos en sus estimaciones de caudal,	

	considerando claridad y concisión en el planteamiento de sus ideas.
Bibliografía de la unidad	Chow et al. (1994), Cap. 3 al 6 Dingman (2015), Cap. 3 al 10. Blöschl et al. (2013).

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clase expositivas** con espacio para discusión y resolución de mini ejercicios, de manera individual o grupal.
- **Resolución de problemas:** los y las estudiantes puedan aplicar ecuaciones que les permitan estimar estados y flujos hidrológicos.
- **Análisis de casos:** revisión de problemas de hidrología que típicamente se abordan en la consultoría y en el ámbito de la investigación.
- **Trabajo de terreno** en torno a una problemática de diseño hidrológico. Se realizan mediciones de campo y se analizan datos hidrológicos para la posterior elaboración de un informe.

F. Estrategias de evaluación:

El curso podría considerar las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
• Controles: en los controles se evaluará la capacidad de explicar conceptos fundamentales, proponer soluciones a casos de estudio y resolver cuantitativamente problemas propuestos.	RA1, RA2, RA3, RA5, RA6
• Tareas: cada tarea involucra el análisis y/o estimación de variables hidrológicas, generación de información nueva, interpretación y presentación de resultados, y elaboración de textos (enunciados y párrafos para explicar y/o argumentar en forma escrita sobre sus decisiones).	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6
• Examen.	RA1, RA2, RA3, RA5, RA6

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Chow, Ven Te, Maidment, D. y Mays, L. (1994). "Hidrología Aplicada". McGrawHill Interamericana. Santa Fe, Colombia.
- (2) Dingman, S. L.: Physical Hydrology, Third Edition, Waveland PrInc, Long Grove, Ill., 2015.

Bibliografía adicional:

- (3) Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A. and H. Savenije. 2013. Runoff prediction in ungauged basins. Synthesis across processes, places and scales. Cambridge University Press.
- (4) Brooks, K. N. 2003. Hydrology and the Management of Watersheds. Wiley.
- (5) Espíldora, B., Brown, E., Cabrera, G. y P. Isensee. 1975. Elementos de hidrología. Centro de recursos hidráulicos. Universidad de Chile.
- (6) Fattorelli, S., Fernández, P. 2011. Diseño hidrológico. Segunda edición.
- (7) Maidment, D.: Handbook of Hydrology, 1 edition., McGraw-Hill Professional, New York., 1993.
- (8) Ministerio de Obras Públicas – Dirección General de Aguas. 1995. Manual de cálculo de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información fluviométrica. S.E.B. N°4
- (9) Salby, M. L. (1996). Fundamentals of atmospheric physics" (Vol. 61). Elsevier.
- (10) Seiler, K.-P., Gat, J.R. (2007). Groundwater Recharge from Runoff, Infiltration and Percolation.
- (11) Viessman, Warren, and Gary Lewis. 2003. Introduction to hydrology. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- (12) Vogel, R. and Fennessey, N.: Flow-Duration Curves. I: New Interpretation and Confidence Intervals, Journal of Water Resources Planning and Management, 120(4), 485–504, doi:10.1061/(ASCE)0733-9496(1994)120:4(485), 1994.
- (13) Vogel, R. M., & Fennessey, N. M.: Flow duration curves II: A review of applications in water resources planning 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 31(6), 1029-1039, <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1995.tb03419.x>, 1995.
- (14) Wallace, J. M., and Hobbs, P. V. (2006). Atmospheric science: an introductory survey (Vol. 92). Elsevier.
- (15) Ward, A. D. and Trimble, S. W.: Environmental Hydrology, Second Edition, 2 edition, CRC Press, Boca Raton, FL., 2003.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2024
Elaborado por:	Pablo Mendoza
Validado por:	Validación de pares académicos: Alberto de la Fuente, Miguel Lagos, James McPhee y Ximena Vargas Validación general académicos del área HSA
Revisado por:	Área de Gestión Curricular

Nota: se ajusta requisito, julio 2025