

PROGRAMA DE CURSO

PROYECTO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Departamento de Ingeniería Civil				
Nombre del curso	Proyecto integrado de recursos hídricos	Código	CI5262	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Integrated project of water resources</i>				
Carácter del curso	Obligatorio	X			
Requisitos	CI4251: Planificación y gestión de proyectos, CI4261: Hidrología				
Contacto	Cuerpo académico según semestre que corresponda				

B. Descripción del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes propongan un plan integrado de recursos hídricos para una cuenca en estudio, que sea sostenible en el tiempo, a partir de la información recopilada por diversas técnicas. Dicha recopilación y su análisis considera un diagnóstico de las demandas (ecosistemas y usuarios) y la oferta natural; amenazas hidrometeorológicas, infraestructura hidráulica y proyecciones.

Hecho el diagnóstico de la cuenca, se propondrán medidas, cuya identificación, evaluación y priorización, permitirán una gestión del recurso hídrico adaptada a condiciones y amenazas futuras.

Modalidad de trabajo:

El curso se desarrollará en base a trabajo grupal, con la participación del o la docente como “jefe de proyecto”. En este contexto, los y las estudiantes deben trabajar en equipo, resolviendo los objetivos planteados y buscando una solución conjunta y sustentable para el manejo de una cuenca hidrográfica, considerando recursos tanto superficiales como subterráneos.

Durante el semestre se identifican roles y especialidades entre cada estudiante; se propone una programación de trabajo durante el semestre y sus respectivos ajustes a lo largo del transcurso de este, mediante carta Gantt y curva S. Esto forma parte de las actividades que

tienen que realizar los grupos, consistentes en desarrollar un programa de trabajo con la identificación de las actividades principales y fechas de entregas correspondientes.

Parte de las clases tendrán formato de exposiciones breves a desarrollar por el o la docente, donde se explicarán conceptos teóricos, dar lineamientos sobre fuentes de información, métodos, criterios de diseño y directrices que deberán considerarse para cada una de las etapas del proyecto y de los estudios pertinentes.

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

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

CE3: Concebir y diseñar obras y sistemas de ingeniería civil que interactúen con el medio ambiente natural y social con criterios de sustentabilidad, logrando cuantificar el potencial impacto del proyecto, generando con ello, sistemas óptimos de mitigación y adaptación.

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.

CEH7: Diseñar, analizar y evaluar proyectos de recursos hídricos y medio ambiente desde una perspectiva sistémica y sustentable, actual y futura, tanto en calidad como cantidad del recurso.

CEH9: Evaluar y diseñar alternativas de mitigación, adaptación, control y seguimiento de impactos ambientales negativos en el recurso hídrico, producto de la actividad humana y de fenómenos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Leer de manera comprensiva, analítica y crítica en español. Asimismo, expresar de forma eficaz, clara, precisa e informada sus ideas, opiniones e indagaciones, adecuándose a diversas situaciones comunicativas académicas y profesionales, tanto en lo oral como en lo escrito.

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.

CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

C. Tareas a desarrollar para el proyecto integrado de recursos hídricos

I. Diagnóstico:

1. Selecciona una cuenca que presente problemas asociados al manejo y disponibilidad de recursos hídricos, considerando conflictos entre usuarios, oferta natural del agua, demanda y proyección de cambio climático. CE2
2. Analiza el entorno de un sistema (cuenca hidrológica), considerando sectores en riesgo hídrico crítico (entorno, usuario). CG6
3. Investiga en múltiples fuentes (estudios técnicos y administrativos de ingeniería/legales, revistas especializadas y prensa) sobre el funcionamiento actual, tendencias y proyecciones en la disponibilidad y uso del recurso hídrico, seleccionando, información y modelos disponibles pertinentes al diagnóstico CE4, CEH9, CG1
4. Sintetiza la información base para un análisis integrado del recurso hídrico a nivel de cuenca, caracterizando el uso y tipo de suelo, la meteorología, la hidrología e hidrogeología, incluyendo el aporte de nieve y glaciares e infraestructura hídrica existente o por construir. CEH6, CG6.
5. Analiza la oferta natural de recursos hídricos superficiales y subterráneos, mediante la estimación de los principales flujos e interacciones del ciclo del agua: precipitación, evapotranspiración, recarga de acuíferos, procesos de escorrentía superficial y aportes de nieve y glaciares y por unidad de análisis a definir por cada equipo (ejemplo, subcuencas, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común u otros. CEH6
6. Catastra información sobre derechos de aprovechamiento de agua superficial y subterránea, considerando su naturaleza, ejercicio y variabilidad temporal, con el fin de identificar usos y usuarios. CEH6, CG1
7. Caracteriza amenazas hidrometeorológicas, considerando crecidas, sequías, aluviones y zonificación de sectores expuestos a estas. CEH6
8. Identifica la infraestructura hidráulica, normativa, organizaciones de usuarios de agua, entre otros, comprendiendo quiénes interactúan en la cuenca en cada uno de sus tramos o unidades de análisis, con el fin de analizar la escasez de agua, conflictos, asignación/distribución de los recursos disponibles. CEH6
9. Elabora informes técnicos que contengan la información recopilada y generada, considerando la normativa vigente (Código de Aguas, entre otros). CG5
10. Construye un catastro de información sobre una plataforma SIG (Sistema de Información Geográfico), considerando datos recopilados por unidad de análisis en el plan de manejo de cuencas. CE2

II. Identificación, evaluación, caracterización y priorización de medidas:

1. Revisa, analiza y evalúa soluciones exitosas de planes integrados de recursos hídricos, que sean aplicables a la zona de estudio. CE3, CEH7, CEH9, CG6
2. Identifica y analiza las medidas pertinentes, para proponer un plan integrado de recursos hídricos para la cuenca en estudio, priorizando los distintos usos del agua. CE3, CEH7, CEH9, CG6

3. Propone un plan integrado de recursos hídricos para la cuenca en estudio, que sea sostenible en el tiempo, a partir de la información recopilada por diversas técnicas de análisis, considerando ecosistemas, fuentes y usuarios, así como proyecciones de demanda, oferta natural y amenazas hidrometeorológicas. CE3, CEH7, CEH9, CG6
4. Estima costos del proyecto y evalúa financieramente las distintas alternativas de solución, considerando impactos positivos y negativos del plan sean sociales y/o ambientales. CEH7, CEH9
5. Integra un plan de manejo de cuenca como propuesta sostenible, bajo proyecciones de demanda y cambio climático, priorizando las medidas y considerando su compatibilidad o sustentabilidad. CG5

III. Consideraciones generales sobre tareas asociadas a comunicación académica y profesional, compromiso ético y trabajo en equipo:

1. Lee de manera comprensiva estudios técnicos y administrativos, revistas especializadas y artículos de prensa, sobre el funcionamiento actual, tendencias y proyecciones en la disponibilidad, extrayendo información, la que utiliza para respaldar su propuesta con citas, casos de estudios, resultados de investigación, entre otros, y que puede ser puesta en discusión. CG1
2. Colabora con el equipo para trabajar en tareas conjuntas del proyecto hídrico, autogestionándose, valorando e integrando opiniones e ideas diversas. CG4
3. Propone actualizaciones o ajustes a la programación del proyecto, así como a los roles del equipo. CG4
4. Discierne éticamente en situaciones de la vida académica, en un marco de responsabilidad respecto a sus propias acciones y decisiones, por una parte, referenciando adecuadamente citas y, por otra, aportando comprometidamente al cumplimiento del proyecto, de acuerdo a los roles. CG3
5. Reporta, de manera oral y escrita, avances y resultado del proyecto de manejo de cuenca, donde explica de manera clara y coherente la caracterización de la Hoya hidrográfica, utilizando para su exposición un lenguaje formal con precisión conceptual y técnica. CG1

D. Estrategias de evaluación:

La propuesta evaluativa podría contemplar las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Descripción de las entregas
<ul style="list-style-type: none"> Entregas parciales (programación y seguimiento) 	<p>Programa de actividades: Confección de Carta Gantt más informe descriptivo. Incluye presentación en PP.</p> <p>Notas de avance semanal o bisemanal: Presentaciones y/o minuta de seguimiento de avances, indicando curva en S más posibles desviaciones. Se deberá incluir medidas correctivas a implementar en caso de que se produzcan atrasos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Examen 	<p>Corresponde al informe final del proyecto desarrollado, más una presentación explicativa. Considera un Informe descriptivo, tipo resumen ejecutivo, el cual deberá dar cuenta del desarrollo del proyecto, respaldado con anexos de memorias de cálculo e información utilizada.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Informes de avance de proyecto (2) 	<p>Corresponden a Informes descriptivos, del tipo resumen ejecutivo, los cuales deberán dar cuenta del avance del proyecto, respaldado con anexos de memorias de cálculo e información utiliza. Cada informe se deberá complementar con el desarrollo de una presentación.</p>

**Complementariamente, se pueden incluir presentaciones individuales donde el estudiantado expone sobre contenidos de la especialidad y también se evalúa mediante autoevaluación y evaluación de pares respecto del desempeño de cada estudiando, considerando cuánto aportaron, si trabajan o no en equipo y cuánto grado de responsabilidad se tuvo, entre otros.*

E. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] De Walle, D. R. and Rango, A. 2008. Principles of snow hydrology. Cambridge University Press.
- [2] Hornberger, G. M., Raffensperger, J. P. , Wiberg, P. L. and Eshleman, K. N.. 1998. Elements of Physical hydrology. The Johns Hopkins University Press.
- [3] Oke, T. 1987. Boundary Layer Climates. Routledge.
- [4] Stull, R. 1988. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers.
- [5] Mostafa M. Soliman, Bashir A. Memon, James W. LaMoreaux y Fakhry A. Assaad. 2009. Environmental hydrogeology. Boca Raton: CRC Press.
- [6] Ward A. and Trimble, S. 2004. Environmental Hydrology. Lewis Publishers/CRC Press.
- [7] Fuenzalida, H. (Fuenzalida, 1971). Climatología de Chile. Departamento de Geofísica, Universidad de Chile.
- [8] Espíldora, B., Brown, E., Cabrera, G., Isensee, P. (Espíldora et al, 1975). Elementos de Hidrología. Departamento Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [9] Doorenbos, J., Pruitt, W.O. (Doorenbos et al, 1976). Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio perteneciente a la FAO. Roma, Italia.
- [10] Aparicio, F. (Aparicio, 1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa, México.
- [11] Chow, VT (VT Chow, 1994). Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial McGraw-Hill, Colombia.
- [12] Chow, VT., Maidment, D., Mays, L. (VT Chow et al, 1994). Hidrología Aplicada. Editorial McGraw-Hill, Colombia.
- [13] García, L. (García, 1998). Manejo integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Documento preparado por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- [14] Peña, H., Luraschi, M., Valenzuela, S. (Peña et al, 2004). Agua, Desarrollo y Políticas Públicas: Estrategias para la inserción del agua en el desarrollo sostenible. Documento de discusión.
- [15] Comisión Nacional de Riego (CNR, 2005). Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y algunas experiencias de organizaciones de usuarios del agua.
- [16] Todd, D., Mays, L. (Todd et al, 2005). Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, Inc. Tercera Edición.
- [17] Mery, H. (Mery, 2005). Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras. Departamento Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [18] UN-WATER (UN-WATER, 2008). Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans. Prepared for the 16th session of the Commission on Sustainable Development.
- [19] Billib, M., Bardowicks, K., Arumí, J. (Billib et al, 2009). Integrated Water Resources Management for Sustainable Irrigation at the Basin Scale. Chilean Journal of Agricultural Research.

- [20] Banco Mundial (BM, 2011). Chile, Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Preparado por el Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable Región para América Latina y el Caribe.
- [21] Espinoza, C. (Espinoza, 2011). Apuntes del Curso Hidráulica de Aguas Subterráneas, CI51J. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [22] Global Water Partnership (GWP, 2011?). Water and sustainable development: Lessons from Chile. Documento preparado bajo la dirección del GWP Technical Committee.
- [23] Vargas, X. (2011). Apuntes del Curso Hidrología, CI41C. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- [24] Instituto de Ingenieros de Chile (IIA, 2011). Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos, Comisión de Aguas.
- [25] Sitios web, normativa y bases de datos de: Forest Hydrology, GIS with Grass, QGIS, ARCGIS, Dirección General de Aguas (DGA), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Comisión Nacional de Riego: (CNR), Corporación de Fomento de Producción (CORFO), Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Conservador de Bienes Raíces (CBR), Instituto Geográfico Militar (IGM), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMÍN), Empresas de Servicios Sanitarios de la Región, Centros de Investigación.
- [26] Dingman, S. L. (2015). Physical hydrology. Waveland press.
- [27] Blöschl, G., Sivapalan, M., Wagener, T., Viglione, A., & Savenije, H. (Eds.). (2013). Runoff prediction in ungauged basins: synthesis across processes, places and scales. Cambridge University Press.
- [28] Loucks & van Been (2005). Water Resources Planning and Management: an introduction to methods, models and applications.

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

Vigencia desde:	Otoño, 2023
Elaborado por:	Miguel Ángel Lagos, Gabriel Castro
Validado por:	Validación académico par: Marcelo Olivares
Revisado por:	Área de Gestión Curricular