

HIDROLOGIA

(2014)

IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

CODIGO	SEM 9º=Otoño 10º=Primavera	HT	HS	HP	HA	CR	REQUISITO	AREA DE FORMACION Y TIPO DE ASIGNATURA	UNIDAD RESPONSABLE
AG054	5	10	4	2	4		Estadística I Recursos Naturales Renovables	Formación Básica Obligatorio de Licenciatura	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y RNR

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA:

Esta asignatura está orientada a contribuir en los conocimientos y habilidades de los estudiantes de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el contexto de los recursos hídricos, como también a promover el desarrollo de actitudes socio-profesionales.

Dado que reconocemos que el agua es parte fundamental de la vida, creemos necesaria la comprensión de su comportamiento en la Tierra. Así entonces, en este curso el incremento de los conocimientos esperados es relativo a i) los componentes del ciclo del agua y el medio físico en donde ésta circula; ii) métodos para el análisis de las variables que forman parte del sistema hidrológico y iii) herramientas para la gestión del recurso.

Lo anterior bajo una visión en donde el agua es parte de un sistema ambiental complejo.

COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA: (Tipo: B=Básica G=Genérica E=Específica)

Los alumnos al terminar la asignatura, serán capaces de resolver problemas que involucren:

- a) la caracterización hidrológica de un área, (CE)
- b) la estimación de la disponibilidad de agua con una fuente determinada, (CE)
- c) el análisis de eventos hidrológicos extremos, (CE)
- d) el manejo básico de agua subterránea, (CE)
- e) la calidad de agua y (CE)
- f) normativa y modelos de gestión del agua (CG).

Además este curso busca contribuir en el desarrollo de capacidades para:

- a) el trabajo en equipo, (CG)
- b) el autoaprendizaje y (CG)
- c) el desarrollo socio-profesional por medio de discusiones grupales referentes a problemas de actualidad (CG).

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:

Este curso se dictará bajo una modalidad semi-presencial en donde las alumnas y alumnos deben desarrollar gran parte del aprendizaje a través de auto-instrucción, complementando con sesiones de discusión grupal y exposiciones en el aula. Además, mediante la realización de trabajos grupales prácticos, se busca el desarrollo de habilidades relacionadas con la temática del curso.

RECURSOS DOCENTES:

Equipos audiovisuales. Guías teóricas para cada clase y de trabajo práctico de apoyo a la actividad docente teórica. Análisis de casos prácticos y trabajo en terreno.

CONTENIDOS:

0. Normativas y explicación metodológica de la asignatura

1. Introducción

- 1.1 Definición de hidrología y su importancia
- 1.2 El ciclo hidrológico
- 1.3 Sistemas y balance hidrológico
- 1.4 La visión sistémica - La cuenca

2. Morfometría de una cuenca

- 2.1 Relaciones lineales
- 2.2 Relaciones de áreas
- 2.3 Relaciones de relieve

PRECIPITACIONES

1. Fundamentos meteorológicos y formación de precipitaciones.

- 1.1 Factores meteorológicos
- 1.2 Formación de precipitaciones

2. Análisis de precipitaciones

- 2.1 Tipos de precipitaciones
- 2.2 Caracterización de las Precipitaciones
- 2.3 Análisis de frecuencia (probabilidades): métodos gráficos y analíticos
- 2.4 Período de retorno y riesgo
- 2.5 Ajuste de datos pluviométricos

2.6 Intensidad de lluvia

2.7 Curva intensidad-duración-frecuencia.

3. Variación de la precipitación en el tiempo

4. Efectos de las Precipitaciones: Sequías, inundaciones, erosión

ESCORRENTÍA

1. Clasificación de la escorrentía

- 1.1 Superficial, subsuperficial y subterránea
- 1.2 Lluvia en exceso y precipitación efectiva de escorrentía
- 1.3 Medida en relación con tiempo y espacio, interpretación de datos

2. Hidrometría

- 2.1 Instrumentación en hidrometría.
- 2.2 Métodos de aforo
- 2.3 Técnicas de procesamiento de datos
- 2.4 Estadísticas de gastos medios y extremos mensuales

3. Métodos de estimación de escorrentía

- 3.1 Relaciones entre precipitación y escorrentía
- 3.2 Métodos basados en estadísticas fluviométricas

4. Estimación de crecidas

- 4.1 Fórmulas empíricas basadas en características geomorfológicas de las cuencas
- 4.2 Fórmulas de estimación en base a datos de precipitación
- 4.3 Métodos basados en estadísticas fluviométricas

5. Hidrograma

- 5.1 Análisis y separación de hidrogramas
- 5.2 Hidrograma unitario

EVAPOTRANSPIRACIÓN

1.Evaporación

1.1 Evaporación de agua desde una superficie libre

1.2 Factores que afectan la evaporación:

Gradiente de presión de vapor

Temperatura del aire

Radiación solar

Vientos

Presión atmosférica

2.Evapotranspiración

2.1 Coeficientes de cultivo

2.2 Variación espacial y temporal.

2.3 Estimación en una cuenca

AGUAS SUBTERRÁNEAS

1.1 Generalidades

1.2 Origen y existencia de aguas subterráneas

1.3 Movimiento del agua subterránea

1.4 Evaluación y explotación de los recursos de agua subterránea

MODELOS EN HIDROLOGÍA

2.1 tipos de modelos

2.2 parámetros y variables

2.3 usos y proyecciones.

CALIDAD DE AGUAS

1.1 normas chilenas de calidad

1.2 flujos máxicos, y concentraciones

CAUDAL ECOLÓGICO Y AMBIENTAL

LEGISLACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS EN CHILE

1.1 El Código de Aguas y su implicancia

1.2 Gestión del recurso, OUs

INDICADORES AMBIENTALES

1. Conceptos

2. Huella Hídrica, Agua Virtual.

GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS.

PROFESORES y PARTICIPANTES (Lista no excluyente)

Profesores	Departamento	Especialidad o área
Rodrigo Fuster G.	Ciencias ambientales y RNR	Ciencias Ambientales, recursos hídricos
Juan Manuel Uribe (JU)	Ciencias ambientales y RNR	Clima
Valentina Saavedra (VS)	Externo	Caudal Ecológico

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE (Reglamento de evaluación del 25 de enero del 2013)

Instrumentos	Ponderación
Cátedra 1	16,66%
Cátedra 2	16,67%
Cátedra 3	16,67%
Controles (10)	15%
Trabajos prácticos	35%

- La asignatura deberá ser aprobada tanto en su parte teórica como práctica por separado.
- La calificación final corresponderá a la nota de presentación a examen (NPE) que tendrá una ponderación del 75% y el examen tendrá una ponderación del 25%
- Ninguna evaluación es recuperable.
- Las justificaciones a inasistencias se rigen, a partir de marzo del 2011, por las normas entregadas por el Consejo Docente, que están disponibles en la pág. web de la Secretaría de Estudios de la Facultad.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Chow, VT, Maidment, D y Mays, L 1994, *Hidrología Aplicada*, ed. Suárez, M, McGraw-Hill, Colombia.

Espíldora, B, Brown, E, Cabrera, G e Isensee, P 1975, *Elementos de Hidrología*, ed. Centro de Recursos Hidráulicos, Universidad de Chile, Santiago.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Aceituno, P 1980, Relación entre la posición del anticiclón subtropical y la precipitación en Chile, Departamento de Geofísica, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, visto 9 marzo 2009, <<http://www.dgf.uchile.cl/biblio/paperfenomenoni%F1o/varios/Relacion%20entre%20posicion%20del%20Anticilon%20Subt.%20y%20la%20Precipitaci.pdf>>.

Aravena, P 2006, 'Análisis Comparativo de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) de 31 estaciones pluviográficas ubicadas en la zona árida y semiárida de Chile', Tesis de grado Ingeniero Forestal, Universidad de Talca.

Bauer, C 2003, 'Vendiendo agua, vendiendo reformas. Lecciones de la experiencia chilena', *Ambiente y Desarrollo*, vol. 19, no. 3 y 4, pp. 6-9.

Bauer, C.J. 2004, Canto de Sirenas. El derecho de aguas chileno como modelo para reformas internacionales, Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao, 238 p.

Biswas, A 2007, *¿A dónde va el mundo del agua?*, Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua AC, visto 30 octubre 2008, <<http://www.thirdworldcentre.org/mundoaguaakb.pdf>>.

Bonafe, D 1988, *Hidráulica para Ingenieros*, Editorial Bellisco, Madrid España.

Brown, E y Saldivia, J 2000, *Informe Nacional sobre la gestión del Agua en Chile*, Comité Asesor Técnico de América del Sur (SAMTAC), Asociación Mundial del Agua (GWP).

Food and Agriculture Organization (FAO), 1997, *Manejo Integrado de Cuencas*, documento de referencia para los países de América Latina.

Franquet, JM 2003, Cinco temas de Hidrología e Hidráulica, Universitat Internacional de Catalunya, visto 15 noviembre 2008, <<http://books.google.cl/books?id=C8y8-iPf1oYC&printsec=frontcover&dq=cinco+temas+de+hidrologia+e+hidraulica#PPA5,M1>>.

Fuenzalida, H 1965, 'Hidrografía', en Geografía Económica de Chile, ed. Corporación de Fomento de la Producción, Universitaria, Chile, pp. 153-199.

Gonzalez, C 2006, 'Caracterización climática de las regiones Metropolitana y de O'Higgins en base al comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones' Tesis Ingeniero Forestal, Universidad de Talca.

Goudie, A 1999, *The human impact on the natural environment*, Basil Blackwell, Oxford.

Llamas, J 1993, *Hidrología General, principios y aplicaciones*, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, España.

Lopez, F 1998, *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*, 2da edn, Ediciones Mundiprensa, Madrid.

Matus, N, Fernández, B, Aedo, MP y Larraín S (eds) 2004, Recursos Hídricos en Chile: Desafíos para la Sustentabilidad, Programa Chile Sustentable.

Meunier, M 1996, 'La cubierta forestal y las crecidas en las pequeñas cuencas de montaña', *Unasyuva*, vol. 47, no. 185, pp. 29-37.

Niemeyer, H 1982, *Hoyas Hidrográficas de Chile*, ed. Dirección General de Aguas, Chile.

Pizarro, R, Morales, C, Román, L, Vargas y Godoy P 2006, 'Aguas Continentales', en Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2005, 2a edn, ed. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Santiago, pp. 71-105.

Quihao, W 2001, Modeling Urban Growth Effects on Surface Runoff with the Integration of Remote Sensing and GIS, *Environmental Management*, vol. 28, no. 6, pp. 737 – 748.

Petit, O. and Baron, C. 2009. Integrated Water Resources Management: From general principles to its implementation by the state. The case of Burkina Faso. *Natural Resources Forum* 33: 49-59.

Ramírez, C 1998, 'Análisis comparativo de modelos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos', Tesis de grado Ingeniero Forestal, Universidad de Talca

Strahler, A 1994, *Geografía Física*, Ediciones Omega, Barcelona.

Rivano, F 2004, 'Análisis de eventos extremos de precipitación y su efecto en el diseño de drenaje superficial de tierras agrícolas del sur de Chile', Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Austral de Chile.

Toledo, A 2006, *Agua, hombre y paisaje*, Instituto Nacional de Ecología, México.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura) 2006, Hechos y cifras extraídos del 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, Paris, visto 5 octubre 2008, <http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr2/facts_figures/index_es.shtml>.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura) 1979, Balance Hídrico Mundial y Recursos Hidráulicos de la Tierra, Estudios e Informes de Hidrología 25, ed. Centro de Estudios Hidrográficos de España.

UNESCO, ROSTLAC. 1982. Guía Metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.

Universidad Libre de Ámsterdam 2008, El agua esencia de la vida... , visto 15 noviembre 2008, <http://www.hydrology.vu/hydrology/index_es.html>.

Urra, M 1998, 'Fundamentos de hidrología superficial', en Diploma de diseño de riego, pág. IV-62 a IV-80, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Escuela de Postgrado.

Urra, M 1994, 'El Agua de Riego: Los problemas medio Ambientales, su relación a las obras de regadío, normativa, calidad y evaluación de impacto ambiental', en II curso interamericano de Diseño de proyectos de Riego y Drenaje. Universidad de Chile - CNR-AGCI.

PROGRAMACIÓN HIDROLOGÍA
Primer Semestre 2014

Clase	Fecha	Objetivos	Contenidos	Métodos	Evaluación
1	17 de marzo	Dar a conocer el método de trabajo de la asignatura, constitución de los equipos de trabajo.	Normativas y explicación metodológica de la asignatura	Entrega de programa,	No hay
		Introducir el concepto de Hidrología, aspectos generales y su importancia dentro del estudio de los sistemas ambientales complejos.	1.Introducción 1.1 Definición de hidrología y su importancia 1.2 El ciclo hidrológico 1.3 Sistemas y balance hidrológico 1.4 La visión sistémica - La cuenca	1. Clase expositiva 2. Discusión final, el/la Recurser@ y la Hidrología 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	
		Incorporar al conocimiento de los alumnos, los conceptos físicos de una cuenca y lograr el entendimiento de la relación de éstos con las variables hidrológicas dentro de esta unidad espacial.	2. Morfometría de una cuenca 2.1 Relaciones lineales 2.2 Relaciones de áreas 2.3 Relaciones de relieve Presentación Equipo de Práctico, Método de trabajo	1. Clase expositiva; ejemplos de uso de los aspectos morfológicos de la cuenca y discusión final 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	
	20 de marzo		Práctico 1	Ejercicio 1. Práctico de errores comunes. + Ejercicio morfometría. Entrega Trabajo práctico 1	
2	24 de marzo	Que los alumnos comprendan cómo se generan las precipitaciones y cómo influyen los diferentes factores ambientales. Comprender las relaciones entre las diferentes formas y tipos de precipitación con el comportamiento posterior del agua en la superficie terrestre. Conocer cómo se miden y caracterizan las precipitaciones en el tiempo y en el espacio, para comprender los usos de ésta información.	PRECIPITACIONES 1. Fundamentos meteorológicos y formación de precipitaciones. 1.1 Factores meteorológicos 1.2 Formación de precipitaciones 2. Análisis de precipitaciones 2.1 Tipos de precipitaciones 2.2 Caracterización de las Precipitaciones 2.3 Análisis de frecuencia	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	Control Breve 1 (sistema hidrológico, morfometría y precipitaciones [1ra Parte])

		Comprender el uso y tratamiento de la información histórica de precipitaciones para la generación de estimaciones de eventos futuros.	(probabilidades): métodos gráficos y analíticos 2.4 Período de retorno y riesgo 2.5 Ajuste de datos pluviométricos		
	27 de marzo		Práctico 2	Ejercicio 2 Precipitaciones Entrega Trabajo práctico 2	Recepción Trabajo Práctico 1
3	31 de Marzo	Comprender las relaciones entre intensidad de precipitación y la generación de caudales extremos y los efectos que puede producir este fenómeno. Conocer las variaciones extremas del ciclo hidrológico y como medir las distintas variables de éstas.	2.6 Intensidad de lluvia 2.7 Curva intensidad-duración-frecuencia. 3. Variación de la precipitación en el tiempo 4. Efectos de las Precipitaciones: Sequías, inundaciones, erosión	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	Control Breve 2 (Intensidad de precipitaciones y sus efectos [Precipitaciones 2da parte])
	3 de abril		Práctico 3	Ejercicio 3. Tratamiento de datos Revisión T1	
7 de abril		SALIDA A TERRENO - Cuenca río Maipo			
	10 de abril				Recepción Trabajo Práctico 2
14 de abril		PRIMERA EVALUACIÓN TEÓRICA			
4	21 de abril	Entender el fenómeno de escorrentía en su globalidad, diferenciando claramente sus componentes, los factores que influyen en su formación y sus características espacio-temporales. Asociar el concepto de escorrentía con la estimación de caudales y las relaciones existentes con otros componentes del ciclo hidrológico. Conocer los instrumentos de medición de caudales	ESCORRENTÍA 1. Clasificación de la escorrentía 1.1 Superficial, subsuperficial y subterránea 1.2 Lluvia en exceso y precipitación efectiva de escorrentía 1.3 Medida en relación con tiempo y espacio, interpretación de datos 2. Hidrometría	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	Control Breve 3 (Escorrentía)

			2.1 Instrumentación en hidrometría. 2.2 Métodos de aforo 2.3 Técnicas de procesamiento de datos 2.4 Estadísticas de gastos medios y extremos mensuales		
	24 de abril		Práctico 4	Ejercicio 4. Escorrentía Entrega Trabajo práctico 3	
5	28 de Abril	Entender algunos de los métodos de medición y estimación de caudales. Entender los parámetros físicos del cauce que determinan los caudales. Conocer la nomenclatura de datos hidrológicos	3. Métodos de estimación de escorrentía 3.1 Relaciones entre precipitación y escorrentía 3.2 Métodos basados en estadísticas fluviométricas	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	Control Breve 4 (Aforos)
	1 mayo		Feriado		
6	5 de mayo	Comprender la expresión extrema de los caudales, como estimar su posible ocurrencia y analizar los efectos de este fenómeno en su entorno. Analizar la injerencia de las variables ambientales en la ocurrencia de las crecidas. Conocer y aplicar diferentes métodos para la medición de caudales extremos.	1. Estimación de crecidas 1.1 Fórmulas empíricas basadas en características geomorfológicas de las cuencas 1.2 Fórmulas de estimación en base a datos de precipitación 1.3 Métodos basados en estadísticas fluviométricas	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura 3. Discusión grupal	Control Breve 5 (Estimación de crecidas)
	8 mayo		Práctico 5	Ejercicio 5 relaciones PP-Esc	
7	12 de Mayo	Conocer y comprender el uso del hidrograma unitario en el cálculo de caudales extremos. Entender los fenómenos atmosféricos y físicos que determinan el fenómeno de la evapotranspiración.	1. Hidrograma 1.1 Análisis y separación de hidrogramas 1.2 Hidrograma unitario EVAPOTRANSPIRACIÓN	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	Control Breve 6 (Hidrograma y evapotranspiración)

		Entender el comportamiento espacial de la evapotranspiración y su injerencia en el ciclo hidrológico.	(profesor JU) 1.Evaporación 1.1Evaporación de agua desde una superficie libre 1.2 Factores que afectan la evaporación: Gradiente de presión de vapor Temperatura del aire Radiación solar Vientos Presión atmosférica 2.Evapotranspiración 2.1 Coeficientes de cultivo 2.2 Variación espacial y temporal. 2.3 Estimación en una cuenca	3. Discusión grupal	
	15 de Mayo		Práctico 6	Ejercicio 6 Crecidas Entrega Trabajo práctico 4	Recepción Trabajo Práctico 3
19 de Mayo		SEGUNDA EVALUACIÓN TEÓRICA			
	22 de Mayo				
8	26 de Mayo	Comprender la clasificación y el comportamiento de las aguas subterráneas. Evaluar la disponibilidad de agua subterránea en el tiempo para una cuenca. Comprender la utilidad de los modelos matemáticos en su aplicación hidrológica.	1. Aguas Subterráneas 1.1 Generalidades 1.2 Origen y existencia de aguas subterráneas 1.3 Movimiento del agua subterránea 1.4 Evaluación y explotación de los recursos de agua subterránea 2. Modelos en Hidrología 2.1 tipos de modelos 2.2 parámetros y variables	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	Control Breve 7

			2.3 usos y proyecciones.		
	29 de Mayo		Práctico 7	Ejercicio 8. Evapotranspiración Entrega Trabajo 5	Recepción trabajo 4
9	2 de junio	Conocer en términos generales la normativa asociada a la calidad del agua. Aplicar métodos de estimación de dilución de contaminantes. Conocer otras dimensiones ambientales del caudal.	1. Calidad de aguas 1.1 normas chilenas de calidad 1.2 flujos máscicos, y concentraciones 2. Caudal ecológico y ambiental (profesora VS)	1. Clase expositiva 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	Control Breve 8
	5 de junio		Práctico 8	Ejercicio 8 Caudal ecológico	
10	9 de junio	Comprender cómo la legislación regula el uso del agua en Chile y cómo ésta es administrada por las Organizaciones de Usuarios de Aguas.	2. Legislación y administración de las aguas en Chile 1.1 El Código de Aguas y su implicancia 1.2 Gestión del recurso, OUAs	1. Clase expositiva 2. Discusión grupal 3. Auto instrucción a través de revisión bibliográfica y lectura	Control Breve 9
	12 de junio		Práctico 9	Ejercicio 9 Modelo hidrológico WEAP o similar	Recepción Trabajo práctico 5
Sábado 7 de junio		SALIDA A TERRENO CUENCA POR DEFINIR			
11	16 de junio	Conocer algunos indicadores ambientales asociados al agua y sus aplicaciones.	Indicadores Ambientales 1. Conceptos 2. Huella Hídrica, agua virtual.	1. Clase expositiva, ejemplos, ejercicios 2. Discusión grupal	Control breve 10 (Gestión del agua)
		Epílogo. Reflexionar sobre la hidrología en los sistemas ambientales complejos.	Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Gestión Integrada de Cuencas.	3. Panel de propuestas de mejoras al curso	

	19 de junio		Práctico 10	Ejercicio 10	
23 de junio		TERCERA EVALUACIÓN TEÓRICA			
	26 de junio		Práctico 11		
30 de junio		Revisión TERCERA EVALUACIÓN TEÓRICA			
7 de julio		EXAMEN			