



SANTA FE, 25 de marzo de 2019.-

VISTO el expediente de referencia por el que se eleva a consideración el proyecto de reforma del Plan de Estudios, y de los Reglamentos de la Carrera y del Comité Académico de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos, y

CONSIDERANDO:

QUE se cuenta con la respectiva el acta del Comité Académico de la carrera, de fecha 17 de septiembre de 2018;

QUE el Programa de Posgrado de la Universidad Nacional del Litoral ha manifestado que el proyecto satisface los requerimientos previstos en el Reglamento de Cuarto Nivel;

POR ELLO y teniendo en cuenta el despacho emitido por la Comisión de de Ciencia y Técnica, Extensión y Transferencia,

EL CONSEJO DIRECTIVO
de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Resuelve:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar el Plan de Estudios, y los Reglamentos de la Carrera y del Comité Académico de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos, que como Anexos I, II y II, respectivamente, forman parte de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Proponer al H. Consejo Superior la aprobación del Plan y los Reglamentos a que hace referencia el Artículo 1º de la presente.

ARTÍCULO 3º.- Inscribirse, comuníquese, dese a publicidad. Tome nota Secretaría de Posgrado y elévese al H. Consejo Superior a sus efectos. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN CD N° 26/19

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

100 2019 .
Año del Centenario
de la Universidad
Nacional del Litoral



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



ANEXO I

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

PLAN DE ESTUDIOS

1 - OBJETIVOS

La Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos es una maestría académica, presencial y semi-estructurada, con sede en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH).

El objetivo general de la carrera es proporcionar una formación superior en Ingeniería de los Recursos Hídricos, profundizando el desarrollo teórico y tecnológico-profesional para la investigación y el estado del conocimiento de la disciplina.

La Universidad Nacional del Litoral (UNL) otorgará el grado académico de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos, sin incumbencia profesional, a aquéllos aspirantes que aprueben el Plan de Estudios especificado en el presente Reglamento.

2 - PLAN DE ESTUDIOS

Las actividades académicas requeridas para la obtención del grado de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos incluyen: la aprobación de cursos, la aprobación de la propuesta y el Seminario de Tesis, y el desarrollo y aprobación de la Tesis de Maestría.

El alumno deberá acreditar al menos setecientas (700) horas reloj en sus actividades académicas. Un mínimo de quinientos cuarenta (540) horas, equivalentes a treinta y seis (36) Unidades de Crédito Académico (UCAs), deberán acreditarse a través de cursos, seminarios y otras actividades académicas que sean reconocidas por el Comité Académico. La carga horaria restante (160 horas), hasta completar el total de horas requerido, será reconocida por la aprobación de la Tesis. Una UCA corresponde a quince (15) horas reloj de actividades académicas, correspondientes a clases teóricas, prácticas, seminarios, talleres, trabajos prácticos de campo y gabinete, u otras tareas incluidas en el plan de estudios.

2.1. Cursos

a) Cursos dictados en el marco de la carrera

Los cursos serán de dos tipos:

Cursos de formación básica: son cursos obligatorios comunes para todos los alumnos de la carrera, destinados a brindar los elementos sustanciales del conocimiento de la disciplina. Estos cursos cubren veinticuatro (24) UCAs. Los cursos de formación básica se listan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Cursos de formación básica (CFB).

Cód	Nombre del curso	Horas teoría	Horas práctica	Horas totales	UCAs	Área
CFB01	Hidrología de superficie	45	30	75	5	A2
CFB02	Hidrología subterránea	30	45	75	5	A2

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



CFB03	Mecánica de fluidos	45	30	75	5	A1
CFB04	Hidrodinámica aplicada	45	30	75	5	A3
CFB05	Planificación y gestión de los recursos hídricos	25	35	60	4	A2
TOTAL				360	24	

Cód: código, CFB: curso de formación básica, Horas teoría: carga horaria de teoría, Horas práctica: carga horaria de práctica, Horas totales: carga horaria total, UCAs: Unidades de Crédito Académico, Área: área temática. Los cursos de formación básica se agrupan en las siguientes áreas temáticas: A1: Ciencias Básicas, A2: Hidrología, A3: Hidráulica.

Cursos de formación específica: son cursos optativos destinados a profundizar conocimientos en temáticas específicas, para apoyar el desarrollo de la Tesis. Estos cursos deberán cubrir al menos ocho (8) UCAs. Los cursos de formación específica se listan en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Cursos de formación específica (CFE).

Cód	Nombre del curso	Horas teoría	Horas práctica	Horas totales	UCAs	Área
CFE01	Elementos de SIG	10	35	45	3	A5
CFE02	Fundamentos de teledetección	20	40	60	4	A5
CFE03	Análisis de frecuencia para diseño hidrológico	35	25	60	4	A2
CFE04	Análisis multivariado y geoestadístico en hidrología	35	25	60	4	A2
CFE05	Mecánica del transporte de sedimentos en cursos fluviales con lecho arenoso	35	25	60	4	A3
CFE06	Métodos numéricos en recursos hídricos	35	25	60	4	A1
CFE07	Química ambiental	35	25	60	4	A1
CFE08	Teledetección: aplicación a la hidrología y medio ambiente	35	25	60	4	A5
CFE09	Hidrología estocástica	30	30	60	4	A2
CFE10	Modelación precipitación-escorrentía aplicada al diseño hidrológico	30	30	60	4	A2

Tabla N° 2: Cursos de formación específica (CFE) (Continuación).

CFE11	Procesos erosivos en cauces aluviales	35	25	60	4	A3
CFE12	Taller de tesis	25	20	45	3	A6
CFE13	Drenaje urbano	30	30	60	4	A2/A3
CFE14	Geohidrología cuantitativa	25	35	60	4	A2
CFE15	Ingeniería fluvial aplicada a vías navegables	35	25	60	4	A3
CFE16	Metodología de la investigación	30	15	45	3	A6
CFE17	Erosión y conservación de suelos	30	30	60	4	A2



CFE18	Modelación hidrológica distribuida	20	40	60	4	A2
CFE19	Introducción a la gestión ambiental	25	20	45	3	A4
CFE20	Evaluación de impacto ambiental	20	25	45	3	A4
CFE21	Tecnologías de información geográfica aplicadas a los recursos hídricos	10	35	45	3	A5
CFE22	Métodos de riego	40	20	60	4	A2/A3

CFE: curso de formación específica. Área: área temática. Los cursos optativos se agrupan en las siguientes áreas temáticas: A1: Ciencias Básicas, A2: Hidrología, A3: Hidráulica, A4: Ambiente, A5: Tecnologías, A6: Teoría y Práctica Investigativa.

El alumno seleccionará los cursos de formación específica con el aval de su Director de Tesis o, en caso de que éste no esté designado, con el aval del Comité Académico de la Carrera (CA).

El Consejo Directivo aprobará anualmente los cursos a dictarse en el marco de la carrera y asignará las correspondientes UCAs, a recomendación del Comité Académico.

Las propuestas de cursos deberán incluir: título del curso, objetivos, programa sintético, bibliografía, modalidad de dictado, carga horaria, duración del dictado, sistema de evaluación, cuerpo docente, currículum vitae del cuerpo docente, conocimientos previos requeridos y cronograma de dictado.

Los cursos deberán tener una evaluación final y la duración del dictado no será mayor de quince (15) semanas. El dictado y la evaluación final de los cursos se realizará dentro de los plazos establecidos para ese período por el calendario académico de la institución, pudiéndose realizar evaluaciones parciales durante el desarrollo de los mismos.

Si el alumno obtiene una calificación insuficiente en el examen final, podrá presentarse a una segunda y última evaluación.

Las calificaciones de los exámenes se establecerán de acuerdo a la escala vigente en la UNL.

b) Reconocimiento de cursos del Doctorado en Ingeniería - Mención Recursos Hídricos

El alumno podrá cumplimentar parte de las UCAs requeridas por cursos de formación básica, con la aprobación de uno o de los dos cursos del Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos que se listan en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Cursos del Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos reconocidos como cursos básicos formativos.

Cód	Nombre del curso	Horas teoría	Horas práctica	Horas totales	UCAs	Área
DI01	Mecánica de fluidos	60	30	90	6	A1
DI02	Hidrodinámica de cuerpos de agua	45	15	60	4	A1

DI: curso del Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos. Los cursos de formación básica de la Tabla 3 se agrupan en el área temática: A1: Ciencias Básicas.



La aprobación de los cursos DI01 y DI02 eximirá al alumno del requerimiento de aprobación de los cursos CFB03 y CFB04, respectivamente.

El alumno podrá cumplimentar una parte o la totalidad de las UCAs requeridas por cursos de formación específica, con la aprobación de uno o más cursos de la carrera Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos que se listan en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4: Cursos del Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos

Cód	Nombre del curso	Horas teoría	Horas práctica	Horas totales	UCAs	Área
DI03	Matemática aplicada	60	30	90	6	A1
DI04	Introducción al método de los elementos finitos	60	30	90	6	A4
DI05	Análisis estadístico en series temporales	50	25	75	5	A1
DI06	Ciclos ambientales globales	45	45	90	6	A4
DI07	Modelación numérica del flujo de agua subterránea	35	25	45	3	A2/A4
DI08	Programación/computación científica con Fortran 95	60	30	90	6	A5
DI09	Química orgánica ambiental	45	15	60	4	A4
DI10	Variabilidad y cambio climático: aspectos hidrológicos.	40	20	60	4	A2

Los cursos optativos del Doctorado-Mención Recursos Hídricos se agrupan en las siguientes áreas temáticas: A1: Ciencias Básicas, A2: Hidrología, A3: Hidráulica, A4: Ambiente, A5: Tecnologías, A6: Cursos de Teoría y Práctica Investigativa.

Los objetivos, programa sintético, conocimientos previos requeridos, modalidades de dictado y de evaluación, requisitos de aprobación, bibliografía básica, carga horaria, y duración de los cursos, se presentan en el Anexo I, que forma parte de esta norma.

c) Otros Cursos

El alumno podrá solicitar al Decano de la FICH, con el aval de su Director de Tesis, el reconocimiento de otros cursos y actividades de posgrado realizadas fuera del ámbito de la UNL o dentro de la Institución, durante el desarrollo de la carrera o con anterioridad a la admisión a la misma, dentro del plazo que fije el Comité Académico. Podrán ser reconocidas hasta un máximo de diez (10) UCAs por otros cursos y actividades de posgrado realizadas por el alumno, salvo excepción debidamente fundamentada.

Los cursos deberán reunir las mismas condiciones exigidas a los cursos dictados en el marco de la carrera y sus temáticas deberán ser afines a ésta.

El reconocimiento de UCAs deberá ser aprobado por el Decano, a recomendación del Comité Académico.



d) **Modificaciones del plan de cursos básicos**

Todo cambio significativo del plan de cursos básicos, como el agregado o eliminación de cursos o la modificación de los contenidos mínimos, deberá ser aprobado por el Consejo Directivo de la FICH y por el Honorable Consejo Superior de la UNL, a recomendación del Comité Académico.

2.2. **Propuesta y Seminario de Tesis**

La Propuesta de Tesis consistirá en una planificación de las tareas de investigación para el desarrollo de la Tesis.

La presentación y evaluación de la Propuesta se registrará de acuerdo al procedimiento establecido en el Artículo 7 del Reglamento de la carrera.

Una vez aprobada la Propuesta, el alumno deberá realizar un *Seminario de Tesis*. Esta actividad comenzará con una exposición oral y pública de la Propuesta, con una duración máxima de treinta (30) minutos.

Esta actividad habilitará el inicio del desarrollo de la Tesis y acreditará cuatro (4) UCAs.

2.3. **Tesis de Maestría**

La Tesis de Maestría deberá ser un trabajo de investigación individual, orientado a la evaluación, uso, control, gestión y/o protección de recursos hídricos. Deberá contar con los elementos y estructura metodológica propios de un proyecto de investigación e incluir la aplicación de metodologías avanzadas. Podrá consistir en un desarrollo tecnológico o en una aplicación innovadora de una metodología o procedimiento. Podrá tener un carácter teórico o experimental. Sus resultados deberán significar una contribución al conocimiento en el campo de la ingeniería de los recursos hídricos.

La Tesis deberá ser aprobada según lo establecido en el Artículo 8 del Reglamento de Carrera.

En la Tabla N° 5 se presenta un listado de los requisitos del Plan de Estudios.

Tabla N° 5: Requisitos del Plan de Estudios.

Requerimiento	UCAs (*1)	Horas
Aprobación de cursos de formación básica.	24	360
Aprobación de cursos de formación específica	Mín. 8	Mín. 120
Aprobación de la Propuesta de Tesis y Seminario de Tesis.	4	60
SUBTOTAL	Mín. 36	Mín. 540
Aprobación de la Tesis.	10.7	160
TOTAL	Mín. 46.7	Mín. 700

(*1): 1 (una) Unidad de Crédito Académico (UCA) equivale a 15 (quince) horas de actividad.



CURSOS DE LA CARRERA

(CFB01) HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE

1. Objetivos

Que el alumno profundice el conocimiento de los principales procesos del agua en una cuenca hidrográfica, en las fases atmosférica, superficial y subsuperficial en la zona no saturada del suelo. Que se capacite para el análisis y la simulación numérica de dichos procesos

2. Programa Sintético

Unidad I

El agua superficial en el ciclo hidrológico. Tiempo de residencia. Hidrología clásica e hidrología comparada. Cuenca hidrográfica. Aproximación de sistemas. Clasificación de sistemas y modelos. Procesos de análisis y de síntesis. Incertidumbres en la simulación hidrológica.

Unidad II

Agua atmosférica. Precipitación. Aplicaciones de radar meteorológico. Análisis temporal y areal. Evaporación. Transpiración. Evapotranspiración: métodos de balance de energía, aerodinámico, combinado Penman-Monteith y Priestley-Taylor. Modelos de balance hídrico parsimoniosos: Thornthwaite – Mather, Alley, Thomas y Palmer-Alley. Aplicaciones al estudio de impactos del cambio climático. Medición de las variables.

Unidad III

Flujo superficial, subsuperficial y subterráneo. Características del flujo superficial. Mecanismos de generación: hortoniano y de saturación. Áreas fuente variables. Componentes del escurrimiento. Análisis del hidrograma. Separación de componentes: métodos numérico y químico. Factores que afectan el hidrograma. Precipitación efectiva. Pérdidas de escurrimiento. Relación entre hietogramas e hidrogramas. Medición del escurrimiento.

Unidad IV

Propiedades que afectan el movimiento del agua en el suelo. Propiedades físicas del suelo. Propiedades hidráulicas del suelo: contenido de humedad, curvas de retención de humedad y de conductividad hidráulica de Van Genuchten y Brooks-Corey. Medición y estimación de las propiedades hidráulicas. Ecuaciones que gobiernan el flujo de agua en suelos no saturados. Ecuaciones de Buckingham-Darcy y de Richards. Soluciones analíticas para hipótesis simplificativas. Modelos de infiltración: Horton, Holtan, Philip y Green-Ampt. Medición de la infiltración. Factores que afectan el fenómeno. Modelo operacional del Número de Curva del U. S. Soil Conservation Service. Aplicación en cuencas con áreas fuente.

Unidad V

Teoría del hidrograma unitario. Hipótesis simplificativas. Hidrograma unitario de tiempo discreto (HUT). Ecuación de convolución discreta. Métodos de inversión matricial y de transformadas. Hidrograma unitario instantáneo (HUI). Integral de convolución. Relación HUT-HUI. Modelos de HUI: Zoch, Nash, Clark y combinados. Calibración de parámetros. Método racional. Hidrogramas unitarios sintéticos. Limitaciones de aplicación.



Unidad VI

Ecuaciones que gobiernan el flujo de agua superficial. Modelo de onda cinemática. Ecuación diferencial para flujo superficial. Coeficientes cinemáticos para flujos laminar y turbulento. Experiencias de Izzard, Morgali y Engman. Solución analítica. Celeridad de la onda. Tiempo de equilibrio de un plano. Equilibrio cinemático completo y parcial. Ecuación diferencial para flujo en canal. Solución analítica. Solución numérica. Esquemas lineal y no lineal. Modelos hidrológicos basados en la onda cinemática.

Unidad VII

Propagación hidrológica de crecidas en canales. Ecuación general de almacenamiento. Limitaciones de aplicación. Modelos Muskingum, Muskingum-Cunge. Calibración de parámetros. Aplicaciones lineales y no lineales. Onda Cinemática. Propagación hidrológica de crecidas en reservorios. Modelo de Puls. Limitaciones de aplicación.

Unidad VIII

Objetivos de la modelación. Modelos de planificación, diseño y análisis. Modelos semidistribuidos. Modelos distribuidos por segmentos y por celdas regulares. Simulación continua y de eventos aislados. Comparación de atributos de modelos de referencia. Aspectos prácticos de la modelación hidrológica. Modelo HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System). Extensión de modelación hidrológica geoespacial HEC-GeoHMS. Delineación de subcuencas y cursos a partir de un modelo digital del terreno. Análisis espacial de resultados. Efectos de escala en la simulación hidrológica.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 7 (siete) trabajos prácticos y un examen final individual teórico-práctico de 2.5 horas de duración.

5. Bibliografía básica

- Beven K, Kirkby M. 1979. "A physically-based, variable contributing area model of basin hydrology". Hydrological Science Bulletin 24:43-69.
- Beven K. J., 2001. "Rainfall – runoff modelling. The primer". John Wiley & Sons.
- Blöschl G., Sivapalan M., 1995. "Scale Issues in Hydrological Modelling: A review". In Hydrological Processes, Vol. 9, John Wiley & Sons, pp. 251-290.
- Brutsaert W., 2005. "Hydrology: An Introduction". Cambridge University Press.
- Chow V.T. Maidment D. y Mays L., 1994. "Hidrología Aplicada". Mc. Graw Hill Interamericana S.A., Bogotá.
- Dingman S. L., 2002. "Physical hydrology". Prentice Hall.
- Dooge, J. C., 1973. "Linear Theory of Hydrologic Systems". Technical Bulletin N° 1468, U.S. Department of Agriculture.
- Eagleson P., 1970. "Dynamic Hydrology". Mc. Graw Hill Book Co. New York.
- Falkenmark M., Chapman T., 1993. "Hidrología comparada: una aproximación ecológica a los recursos hídricos y suelos". UNESCO.
- http://www.sivi.org/downloads/Reports/Comparative/CH_Full.pdf
- Haan C., 1982. "Hydrologic Modeling of Small Watersheds", American Society of Agricultural Engineers, ISBN N°0-916150-44-5.
- Kirkby M.J., 1978. "Hillslope Hydrology". Ed. John Wiley & Sons. Gt. Britain.
- Maidment D. R., 1993. "Handbook of Hydrology". Mc Graw Hill.



- Raudkivi A., 1979. "Hydrology and Advanced Introduction to Hydrological Processes and Modelling". Pergamon Press. London.
- Refsgaard, J.C., and Storm, B., 1995, MIKE SHE, in Computer Models of Watershed Hydrology: Singh, V.P., ed., Highlands Ranch, Colo., Water Resources Publications, p. 809-846.
- Sing V. P., 1995. "Computer Models of Watershed Hydrology". Water Resources Publications.
- Stephenson D., Meadows M. E., 1986. "Kinematic Hydrology and Modelling". Elsevier.
- Tucci C. E., 1993. "Hidrologia, Ciência e Aplicação". Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Tucci C. E., 1998. "Modelos Hidrológicos". Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2010. HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Technical Reference Manual, User's Manual. HEC-GeoHMS. HEC, Davis, California. <http://www.hec.usace.army.mil/>
- Artículos seleccionados de revistas científicas reconocidas (Journal of Hydrology, Water Resources Research y otras).

6. Carga horaria y duración

Teoría: 45 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 75 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFB02) HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

1. Objetivos

La asignatura tiene por objeto brindar a los maestrandos los conocimientos básicos fundamentales para caracterizar física, hidrodinámica e hidroquímicamente las aguas subterráneas con un enfoque sistémico, para formular el modelo conceptual de funcionamiento de los sistemas hídricos subterráneos, para analizar procedimientos metodológicos para la cuantificación de variables y parámetros hidrogeológicos y para analizar pautas para la gestión sustentable de los recursos hídricos subterráneos

2. Programa Sintético

Unidad I

El agua en el Planeta. El ciclo hidrológico global. Teoría de los sistemas. El ciclo hidrológico como sistema de parámetros distribuidos. El acuífero como sistema.

Unidad II

Componentes del sistema: El continente. Formaciones geológicas. Características principales: tipo de roca, composición mineral, estructura y textura, grado de consolidación. Formaciones geológicas de interés hidrogeológico: Formaciones acuíferas, acuitardas, acuícludas, acuífugas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Unidad III

Componentes del sistema: El contenido. El agua en el suelo y el subsuelo. Contenido de humedad del suelo. Zonas del suelo: zona no saturada y saturada. Importancia de la zona no saturada a los fines hidrogeológicos. La función de entrada. Recarga y descarga de acuíferos. Aspectos generales. Diferentes metodologías de evaluación.

Unidad IV

Características del medio acuífero: medios porosos y fracturados. Definición de la geometría de los sistemas geohidrológicos. Los Procesos: Leyes que rigen el movimiento del agua subterránea. Definición y determinación de los parámetros hidráulicos formacionales. Modelos teóricos y ensayos de campo.

Unidad V

La función de salida. Obtención y procesamiento de la información hidrogeológica e hidroquímica. Comportamiento hidráulico e hidroquímico de los sistemas de aguas subterráneas. Evolución en el tiempo. Cartografía hidrogeológica. Definición de la calidad natural del agua de los sistemas acuíferos.

Unidad VI

Modelo Conceptual de funcionamiento de los sistemas geohidrológicos. Convergencia de evidencias temáticas a los fines de su definición. Simulación numérica: definiciones y aplicaciones. Sistemas geohidrológicos regionales, acuíferos costeros, acuíferos transfronterizos (intra y extra país), etc.

Unidad VII

Protección de los sistemas acuíferos en cantidad y calidad. Vulnerabilidad de acuíferos. Estrategias de protección

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 6 (seis) trabajos prácticos, de 1 (un) examen parcial teórico, y la defensa y aprobación de 1 (un) trabajo final integrador individual de un caso de estudio propuesto por la cátedra.

5. Bibliografía básica

- Castany, G. 1971. "Tratado práctico de las aguas subterráneas". Ediciones Omega, S. A., Barcelona. 672pp.
- Custodio, E. y Llamas, M. 1983. "Hidrología Subterránea", Barcelona: Editorial Omega, 2 vol., 2350 pp.
- Davis, S.N. and De Wiest, R. 1966. "Hydrogeology", Wiley, New York, 463pp.
- Domenico, P.A. 1972. "Concepts and Models in Groundwater Hydrology". Mc Graw Hill Book Co. N.Y.
- Fetter, C.W. 2001. "Applied Hydrogeology". Fourth Edition. Ed: Prentice Hall Inc. 598pp.
- Foster, S.; Hirata, R.; Gomes, D.; D'Elía, M.; Paris, M. "Protección de la calidad del agua subterránea". Madrid: The World Bank. 2003. pag.115. ISBN 84-8476-146-0.
- Freeze, R.A. y J.A. Cherry. 1979. "Groundwater. Prentice Hall", Inglewood Cliffs, New York, 440 pp.
- Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea. 2009. Hidrogeología. Ed: Comisión Docente del Curso Internacional de Hidrología Subterránea. 768pp.
- Price, M. 2003. "Agua subterránea". Ed. Limusa, México D.F. 330pp.



- Todd D K & Mays L.W. 2005. "Groundwater Hydrology". Third Edition. Ed: Wiley & Sons Inc. 636pp.
- Vrba, J. y A. Zaporozec. 1994. "Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability". IAH, International Association of Hydrogeologist, Vol. 16 Series Editorial Board. Hannover.
- Walton, W. C. 1970. "Groundwater Resource Evaluation". Mc Graw Hill Book Co. N.Y.
- Journal of Hydrogeology. - Official Journal of the International Association of Hydrogeologists.
- Ground Water. Journal of the Association of Ground Water Scientists and Engineers, a Division of the National Ground Water Association

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Práctica en el aula, laboratorio y campo: 40 horas.

Total: 75 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFB03) MECÁNICA DE FLUIDOS

1. Objetivos

Que el alumno adquiera una base conceptual de la Mecánica de Fluidos. Esto implica adquirir conocimientos acerca de las propiedades de los fluidos, de los conceptos de sistema y volumen de control, de la mecánica del continuo y del transporte de propiedades, de las ecuaciones de balance y su aplicación al estudio y evaluación de los flujos laminar y turbulento, libre y confinado, del análisis dimensional y de la teoría de la capa límite. Flujo turbulento de fluidos incompresibles

2. Programa Sintético

Unidad I

Ecuaciones fundamentales del flujo de fluidos viscosos y compresibles. Clasificación de las ecuaciones fundamentales. Ecuaciones de continuidad. Ecuaciones de Navier Stokes. Ecuación de la energía. Condiciones de contorno para flujos viscosos. Ecuaciones y Parámetros adimensionales en flujos viscosos. Soluciones a bajos números de Reynolds. Solución de las ecuaciones de flujos de fluidos viscosos newtonianos. Clasificación de las soluciones. Flujo de Couette. Ecuaciones de capa límite laminar: Flujo permanente bidimensional.

Unidad II

Flujo turbulento de fluidos incompresibles Descripción física y matemática de la turbulencia. Las ecuaciones de Reynolds para flujos turbulentos. Ecuaciones bidimensionales de la capa límite turbulenta. Perfiles de velocidad. Flujo turbulento en conductos y canales. Capa límite turbulenta en un plato plano. Modelación de la turbulencia en flujos bidimensionales. Descripción física y matemática de la turbulencia. Análisis dimensional.

Unidad III

Teorema p de Buckingham. Números adimensionales. Diseño de Modelos físicos. Efectos de escala.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



4. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

5. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 7 (siete) trabajos prácticos, de 1 (un) trabajo de laboratorio, aprobación de 2 (dos) exámenes parciales y 1 (un) examen final

5. Bibliografía básica

- García C., Cantero M., Jackson P., and García M. (2004). Characterization of the flow turbulence using water velocity signals recorded by Acoustic Doppler Velocimeters. Civil engineering studies, Hydraulic engineering series 75. University of Illinois at Urbana-Champaign. Estados Unidos.
- Giles, R., 1996. "Mecánica de los Fluidos é Hidráulica". Mc. Graw Hill Serie Schaum (para prácticas-problemas).
- Garcia M. Hidrodinámica Ambiental. Facultad de Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral. Argentina.
- Hughes W. F., 1991. "Teoría y problemas de Dinámica de Fluidos". McGraw-Hill Serie Schaum (para resolución de problemas).
- Kundu P. K., 2008. "Fluid Mechanics". Academic Pr.
- Kundu, P. y Cohen I. (2004). Fluid Mechanics. Academic Press. Estados Unidos.
- Pope S. (2000). Turbulent flows. Cambridge. United Kingdom.
- Potter, M., Wiggert, D. y Hondzo, M., 1998. "Mecánica de Fluidos". Ed. Prentice Hall.
- Shames, I. H., 1998. "Mecánica de Fluidos". McGraw-Hill.
- Streeter, V., 1998. "Fluid Mechanics", Mc Graw-Hill, New York.
- White, F.M. 1991. "Viscous Fluid Flow" Mc.Graw Hill, New York, Estados Unidos

6. Carga horaria y duración

Teoría: 45 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula o laboratorio: 30 horas.

Total: 75 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFB04) HIDRODINÁMICA APLICADA

1. Objetivos

Que los alumnos comprendan la formulación conceptual, matemática y aplicada del escurrimiento unidireccional en canales abiertos. Que sea capaz de resolver aspectos prácticos de flujos uniformes y de curvas de remanso en flujos gradualmente variados, al nivel de Maestría en IRH.

2. Programa Sintético

Unidad I

Escurrecimiento en Canales. Principios Básicos. Flujo permanente y no permanente. Gradual y rápidamente variado. Flujo uniforme.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 13 de 86



Unidad II

Ecuaciones del Esguerrimiento Unidireccional en Canales. Hipótesis. Formulación diferencial. Ecuaciones de onda difusiva y onda cinemática. Análisis dimensional de las ecuaciones de Saint Venant.

Unidad III

Principio de Energía En Canales: Energía en canales abiertos. Energía específica. Criterio. Definición de tirante crítico. Interpretación de fenómenos locales. Tirantes alternos. Curva de Koch. Caída hidráulica. Resalto hidráulico.

Unidad IV

Principio de Cantidad De Movimiento: Fórmulas para su definición. Ecuación de cantidad de movimiento. Fuerza específica. Alturas conjugadas. Tirante crítico. Cálculo del resalto hidráulico en canales horizontales. Longitud y localización del salto. Canales inclinados.

Unidad V

Flujo crítico: Características del régimen crítico. Pendiente crítica. Parámetros especiales. Factor de sección crítica. Flujo de sección crítica. Cálculo del tirante crítico según métodos algebraicos, gráficos y numéricos. Control de corriente o flujo, Secciones de control.

Unidad VI

Flujo uniforme. Cálculo de canales en régimen permanente uniforme. Fórmula de Manning. Fórmula de Chezy. Rugosidad superficial. Factores para calcular la rugosidad. Fórmula de Cowan. Rugosidad en secciones compuestas. Secciones transversales compuestas. Cálculo del tirante normal según métodos algebraicos, gráficos y numéricos.

Unidad VII

Flujo estacionario variado Curvas de remanso. Fórmulas para el cálculo de curvas de remanso. Análisis de las curvas. Pendientes positiva, crítica, horizontal y adversa. Cálculo de tirantes en canales con ancho variable. Transiciones verticales.

Unidad VIII

Implementación del sistema computacional Hec-Ras v4.1 (2010). Introducción. Representación de esguerrimientos estacionarios y no estacionarios con geometrías regulares e irregulares.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 3 (tres) trabajos de laboratorio, aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final

5. Bibliografía básica

- Chow V. T., Hidráulica de los Canales Abiertos, Ed. Diana, México, 1986 (4 Ed.), 608 pp.
- Chow V. T., Maidment D. R., Mays, L. W., Hidrología Aplicada, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1994, 584 pp.
- French R. H., Hidráulica de Canales Abiertos, McGraw-Hill, (1a. Ed.), México, 1988, 724 pp.
- HEC-RAS River Análisis System, User's Manual, Versión 4.1, U.S. Army Corps of Engineers, January 2010. (<http://www.wrc-hec.usace.army.mil/>)
- Sturm T., Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York, 2001, 493 pp.



- Pujol A. y Menendez A., Análisis Unidimensional de Esguerrimiento en Canales, Eudeba, 1987, 90 pp.
- Henderson F. M., Open Channel Flow, Macmillan, 1966, 522 pp.
- Cunge J. A., Holly F. M. and Verwey A., Practical Aspects of Computational River Hydraulics, Pitman, London, 1980, 420 pp.
- Chanson H., Environmental Hydraulics of open channel flows, Elsevier, 2004, 430pp.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 45 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula o laboratorio: 30 horas.

Total: 75 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFB05) PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

1. Objetivos

Que el alumno adquiera los fundamentos necesarios para tratar a la cuenca hidrológica y los ambientes hidrogeológicos, desde una concepción sistémica.

Que el alumno se capacite para manejar el proceso de Planificación y Gestión de los Recursos Hídricos (PGRH) en sus cuatro etapas: Evaluación, Planificación, Gerenciamiento y Control.

Que el alumno adquiera los fundamentos y el conocimiento básico de los procedimientos metodológicos (modelos y herramientas afines) que se utilizan en el proceso de PGRH.

2. Programa Sintético

Unidad I

Conceptualización del sistema físico: Características constitutivas de las cuencas hidrológicas y los ambientes hidrogeológicos. Geología, geomorfología, estructura, suelos, etc. Concepto de sistema. Aplicación de la teoría de sistemas a la hidrología. Caracterización de la cuenca. Clasificación simplificada de las cuencas. Consideraciones generales para subdividir una cuenca. Acuíferos y ambientes hidrogeológicos como unidad de evaluación y gestión de las aguas subterráneas. Usos del agua y del suelo. Acciones antrópicas y modificaciones en la calidad y cantidad del agua en la cuenca y los ambientes hidrogeológicos. Diagnóstico y Zonificación Agro Ecológica del Territorio.

Unidad II

Funcionamiento del sistema ambiental: Definición de Sistema Ambiental. Particularidades hidrológicas superficiales y subterráneas. Variables relevantes en el análisis de las cuencas hidrológicas y los ambientes hidrogeológicos. Climatología. Hidrología. Hidrogeología. Hidroquímica, etc. Indicadores de stock. Factor social y económico. Riesgos naturales. Amenaza. Riesgo. Vulnerabilidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Unidad III

Gestión ambiental: Gestión Ambiental de Recursos Naturales. Panorama. Gestión de la oferta. Gestión del uso y la demanda Gestión Integrada. Proceso de Gestión. Marco analítico: elementos, funciones, actores. Las cuatro etapas del Proceso: Evaluación, Planificación, Gerenciamiento,

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 15 de 86



Control. Aspectos Aplicados de la Gestión Ambiental. (Relaciones entre el subsistema ecológico y el socioeconómico). Diagnostico cuali - cuantitativo del Sistema Ambiental a los fines de la PGRH. Funciones del ambiente. Desarrollo sustentable. Definiciones, objetivos, equidad Inter e Intrageneracional. El uso del recurso y sus consecuencias ambientales. Escenarios para una gestión integrada de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en el siglo XXI.

Unidad IV

Gestión integrada de cuencas: Bases conceptuales y evolución de la gestión integrada de cuencas. Gestión integral de cuencas hidrográficas. Objetivos de la gestión integrada de cuencas y ambientes hidrogeológicos. Gestión de áreas rurales y urbanas. Ordenamiento territorial. Definiciones, tendencias y desafíos en América Latina. Secuencia de los criterios aplicados al manejo de cuencas. Componentes de la GIC. Gestión integrada y participativa. Marco de acción de la comunidad. Un Manejo de cuenca Por y Para la Gente. Gobernabilidad y diálogo multilateral. Recursos hídricos de América Latina y Argentina. Situación Actual.

Unidad V

Herramientas para la planificación y gestión de los recursos hídricos: Modelos. Conceptos. Clasificación de los modelos más usados en la PGRH. Etapas en la formulación de un modelo. Modelos de Optimización y Modelos de No Optimización. Modelo HEC-HMS. Programación Lineal. Programación Dinámica. Ejemplos.

Unidad VI

Estudio de casos. Gestión de aguas Superficiales y Subterráneas. Sistemas Soporte de Decisión (SSD). Herramientas de análisis: modelos de simulación, modelos de optimización, análisis de escenarios. Incertidumbre en hidrología. Presentación de casos de estudio de Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final integrador de 2.5 horas de duración.

5. Bibliografía básica

- APPELO C. & D. POSTMA. 1994. Geochemistry, groundwater and pollution. Edit. Balkema. Pp. 536.
- CASTANY, G. 1975. Prospección y Explotación de las Aguas Subterráneas. Ed. Omega, Barcelona. pp: 738.
- CHOW, V.T. 1964. Handbook Of Applied Hydrology Engineering. Ed. McGraw-Hill.
- CHOW, V.T. 1974. Handbook of Applied Hydrology Engineering .Ed. McGraw-Hill.
- CUSTODIO, E. 1991. La interpretación hidrogeoquímica como herramienta de estudio y valoración de sistemas acuíferos: aspectos metodológicos generales. Hidrogeología, estado actual y perspectivas. CIHS/CIMNE. Barcelona: 121-162.
- CUSTODIO, E. Y M. R. LLAMAS. 1976 Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Ed: Omega. Barcelona.
- CUSTODIO, E. 1994. Gestión y Protección del Agua Subterránea. Curso de Actualización Profesional. 2do. Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea.
- DOMENICO, P. A. 1972. Concepts and Models in Groundwater Hydrology. Mc Graw Hill Book Co. N.Y.
- EPA. 1994. Handbook of Ground Water and Wellhead Protection. EPA/625/R-94/001. Pp: 269.



- FETTER C.W. Contaminant Hydrogeology. 1993. Wisconsin University. Pp458. Ed: Mc Graw Hill.
- FLEMING, G. 1977. "Computer Simulation Techniques in Hydrology". Universidad of Strathclyde, Ed. Elsevier, New York.
- FOSTER, S. & HIRATA, R.1992. Estrategias para la Protección de Aguas Subterráneas. CEPIS. UK Geological Survey. Pp: 107.
- FOSTER S, HIRATA R, GOMES D, D'ELIA M & PARIS M.2002. Groundwater quality protection. a guide for water utilities, municipal authorities and environmental agencies. Groundwater management advisory team (GW mate) del World Bank Group
- GAVIÑO NOVILLO; M. 2001. "La Gestión Ambiental y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos". Curso Internacional de Posgrado Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP. WHO-PAHO-CEPIS & UNESCO-ROSLAC-PHI. ISBN 0-8213-4951.
- FREEZE, R.A. y J.A. CHERRY. 1979. Groundwater. Prentice Hall, Inglewood Cliffs, New York. Pp: 1-440.
- HUNT D. Y C. JOHNSON.1996. Sistemas de Gestión Medioambiental. Ed: McGraw Hill. Serie Management. Pp: 318.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1997. Riesgos Geológicos. Ed: ITGE. Serie Geología Ambiental. Pp: 336.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS. 1993-2006. Hydrogeology Journal. Vol 1 a 15. Official Journal of the International Association of Hydrogeologists. Ed. Springer-Verlag. Hannover.
- MAIDMENT, D. R. 1992. "Handbook of Hydrology". McGraw-Hill, Inc.
- ORSOLINI, H. E. ZIMMERMANN, E. D.; BASILE, P. A. 2000 "Hidrología: Procesos y Métodos". UNR Editora.
- NICOLLI H., TUJCHNEIDER O., PARIS M., BLANCO M. y BARROS A. 2009. Movilidad del arsénico y oligoelementos asociados en aguas subterráneas del centro - norte de la provincia de Santa Fe, Argentina". VI Congreso Argentino de Hidrogeología. Presencia de flúor y arsénico en aguas subterráneas. Pp. 81-90. Santa Rosa, La Pampa. Argentina. ISBN 978-987-1082-35-3.
- OVERTON, D. E. 1976. "Stormwater Modeling", Academic Press London.
- PIERA, E.B. 1996. Contaminación de Aguas Subterráneas. Aspectos conceptuales, control y rehabilitación de acuíferos. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea. Barcelona. Pp: 98.
- REMENIERAS, G. 1974. "Tratado de Hidrología Aplicada". Editores Técnicos Asociados.
- SCHAAKE, J. 1978. "Modelos determinísticos lluvia-escorrentía. Curso sobre técnicas modernas de predicción en Hidrología". UBA - INCyTH, Buenos Aires.
- SING., V. P. 1995. "Computer Models of Watershed Hydrology". Water Resources Publications.
- ROMANO C, MORRESI M V, ZUCARELLI G V. 2010. "Herramientas para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos". Actas del PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE HIDROLOGÍA DE LLANURAS; Azul, Buenos Aires.
- STRUCKMEIER, W.F. Y J. MARGAT. 1995. Hydrogeological Maps. A Guide and Standard Legend. IAH, International Association of Hydrogeologist, Vol. 17 Series Editorial Board. Hannover.
- TERRA BARTH et al. 1987. "Modelos para Planeamiento de los Recursos Hídricos". Colección ABRH de Recursos Hídricos. Brasil.
- TUCCI, C. E. 1986. "Modelos Matemáticos en Hidrología e Hidráulica". Revista Brasileira de Ingeniería. Tomos 1 a 3.
- TUCCI, C. E. 1993. "Hidrología, Ciencia y Aplicación". Colección ABRH de Recursos Hídricos.



- TUCCI, C. E. "Modelos Hidrológicos". ABRH. 1998.
- TUJCHNEIDER O. & M.F. FILI. 1990. Geohydrological Aspects of the Holocene in Argentina. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. Vol.7. Pag. 261-272. Ed:A.A.Balkema. Rotterdam.
- TUJCHNEIDER, O.C; M.F. FILI; M.A. PÉREZ; M. PARIS & M. D'ELÍA.1995. Potencialidades y Limitaciones del Subsistema Natural para la toma de decisiones territoriales en la Pcia. de Santa Fe. 1995. Actas de la Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. TomoII: 401421.
- TUJCHNEIDER OFELIA, MARTA PARIS, MÓNICA D'ELIA, MARCELA PEREZ Y MARIO FILI. 2000. Modelo de gestión de los recursos hídricos subterráneos en el centro-oeste de la provincia de Santa Fe-Argentina. Paper 227 del 1º Joint World Congress on Groundwater. Pág. 138-48. Copyright by ABAS.
- TUJCHNEIDER OFELIA, MARTA PARIS, MARCELA PEREZ & MÓNICA D'ELIA. 2004. Integrated management of groundwater resources. Sustainability in the aquifer exploitation in Esperanza city (Argentina).International Water Asociation (IWA) Journal. ISSN 16069749.
- TUJCHNEIDER O, PARIS M, PEREZ M, & D'ELÍA M. 2005. Singularidad constitutiva de sistemas geohidrológicos de llanura y gestión de los recursos hídricos subterráneos. Revista Latino-Americana de Hidrogeología. v. 5, Pp:117-121,
- TUJCHNEIDER O. 2010. Transboundary water resources in Latinamerica: an opportunity for friendship and cooperation towards sustainability. International Conference Transboundary Aquifers: Challenges and new directions. ISARM 2010. Abstracts. Page 124. Diciembre. Paris,
- ZUCARELLI, G. V. 2006. "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos". Apuntes de Cátedra Planificación y Gestión de los Recursos Hídricos de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos.
- VISENTIN F, ZUCARELLI G. V. (2010). "Ordenamiento de cuencas con criterios de sustentabilidad. Caso de estudio: Cuenca del Arroyo Feliciano, Entre Ríos, Argentina". Actas del CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA 2010; Punta del Este; Uruguay.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 25 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 35 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE01) ELEMENTOS DE SIG

1. Objetivos

Dar a conocer los fundamentos de los Sistemas de información Geográfica, sus áreas de aplicación y su interdisciplinaridad.

Dar a conocer y analizar las posibilidades que los SIG ofrecen para la integración y tratamiento de la información territorial, relacionada con la gestión de recursos hídricos.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 18 de 86



Generar destrezas en el uso de los SIG, conocer fuentes, tipos y tratamientos previos de los datos a ingresar, conocer el ambiente y manejo de las principales herramientas de edición y análisis espacial

2. Programa Sintético

Unidad I

Introducción: Concepto y definiciones de SIG. Aplicaciones. Estructura de los datos. Tipos de datos (Shapefile, Coverage, CAD, Geodatabase). Metadatos. Introducción al entorno del software ArcGIS. Procesos de exportación e importación con otros formatos SIG.

Unidad II

Representación Temática: Visualización de datos gráficos y atributos. Clasificación y Símbolos. Realización de Mapas temáticos. Selección de atributos y su visualización en el mapa. Etiquetado. Gráficos. Salidas cartográficas.

Unidad III

Sistemas de Coordenadas: Conceptos cartográficos, Sistemas de Referencia. Proyecciones Cartográficas. Como se definen en el SIG.

Unidad IV

Edición de Información espacial: Creación de entidades. Edición de datos existentes. Edición con Topología

Unidad V

Información alfanumérica: Creación de tablas (estructura y llenado). Visualización Edición de tablas existentes. Consultas. Unión y enlaces a tablas externas..

Unidad VI

Análisis espacial vectorial: Selección por localización. Geoprocesamientos típicos (clip, merge, erase, etc.). Uniones Espaciales. Buffers.etc.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 2 (dos) trabajos prácticos, 1 (un) examen parcial y 1 (un) trabajo final integrador.

5. Bibliografía básica

Libros

- TOMLINSON ROGER. Pensando en el SIG. ESRI Press © 2007
- MORENO JIMÉNEZ ANTONIO. Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGis. Ed. Alfaomega. 2008- 2° edición. Ra-Ma. ISBN: 978-970-15-1366-8.
- PEÑA LLOPIS JUAN. Sistemas de información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio. Ed. Universidad de Alicante. España.2006. ISBN: 84-8454--493-1.
- GUTIÉRREZ PUEBLA J., GOULD MICHAEL. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Ed. Síntesis. Madrid, España 1994. ISBN: 84-7738-246-8.

Apuntes

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



- PUSINERI, Graciela (2006) Tutoriales para el Aprendizaje de ArcGis. Curso internacional de SIG aplicado a la Hidrología. FICH - UNL. 2008/2009/2010/2011.

Links

- ESRI España <http://www.esri.es/>
- ESRI USA <http://www.esri.com/>
- **Manual de ArcGis 10** <http://acolita.com/manual-de-arcgis-10-espanol-pdf-gratis/>
- **Tutoriales de ArcGis 10:** <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/get-started/arcgis-tutorials.htm>

6. Carga horaria y duración

Teoría: 10 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 35 horas.

Total: 45 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE02) FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN

1. Objetivos

Que el alumno comprenda los principios básicos de la adquisición de datos a distancia, empleando Sensores Remotos. Esta última conforma una herramienta fundamental para la obtención y generación de información que contribuya a un mayor conocimiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

2. Programa Sintético

Unidad I

Introducción a la Teledetección: Histórico. Definición. Radiación electromagnética. Componentes de un proceso de teledetección satelital. Aplicaciones de la teledetección satelital.

Unidad II

Radiación electromagnética: Frecuencias, Longitud de onda. Rayos gamma, X, Ultravioleta, Visibles, infrarrojos cercano y medio, térmicos, microondas y Radio. Interacciones electromagnéticas.

Unidad III

Elementos de la Teledetección: Elementos de una imagen. Imágenes de una sola banda y combinación de múltiples bandas. Resolución de una imagen. Firmas espectrales de los elementos terrestres.

Unidad IV

Satélites y sensores: Diferentes plataformas. Tipos de satélites. Tipos de sensores. Satélites operativos actuales. Escala, Resolución y Niveles de percepción.



Unidad V

Procesamiento de Imágenes satelitales: Corrección geométrica y radiométrica. Realce de imágenes. Filtros. Componentes Principales. Fusión de imágenes.

Unidad VI

Índices de Vegetación: Curva de reflexión de energía, característica de una hoja verde. Principios de los índices de vegetación. Índices más usados en la comunidad científica.

Unidad VII

Clasificación digital de imágenes: Métodos: supervisado, no supervisado y mixtos. Entrenamiento, asignación y verificación de resultados. Elaboración de información temática. Cartografía de cobertura y ocupación del suelo. Aplicaciones ambientales.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de trabajos prácticos. Presentación oral y aprobación de 1 (un) trabajo final individual.

5. Bibliografía básica

- Campbell J. B. (2008) "Introduction to Remote Sensing". Cuarta edición. The Guilford Press. New York – London.
- Chuvieco, Emilio. (2007) Teledetección Ambiental. Ediciones Rialp, Madrid.
- Jensen. R., (2000). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R.W. and Chipman Jonathan W. (2008). "Remote Sensing and Image Interpretation". Sexta Edición; John Wiley and Sons, Inc., US.
- Sabins F. (2007) "Remote sensing. Principles and Interpretation". Tercera edición. Waveland Press, Inc. Long Grove.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 20 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 40 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE03) ANÁLISIS DE FRECUENCIA PARA DISEÑO HIDROLÓGICO

1. Objetivos

Conocer las metodologías, criterios y herramientas de cálculo basados en el Análisis de Frecuencia de variables hidrológicas, de uso en el diseño y dimensionamiento hidrológico de obras y medidas no estructurales.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 21 de 86



2. Programa Sintético

Unidad I

Conceptos básicos del diseño hidrológico. Definiciones. Escala del diseño hidrológico. Valor límite esperado. Límites basados en probabilidades, los métodos directos o de Análisis de frecuencia. Tipos de obras y medidas no estructurales y parámetros de diseño requeridos. Selección del nivel de diseño. Recomendaciones de períodos de retorno para obras y medidas no estructurales, según tipo y magnitud de estructura, e importancia y tipo del impacto. Análisis hidroeconómico. Análisis de incertidumbre. Márgenes y factores de seguridad. Relaciones riesgo-factor de seguridad-período de retorno.

Unidad II

Obtención y Análisis de datos para el AF. Definición de variables y conformación de la serie muestral. Contraste de datos. Estimadores muestrales. Asignación de Frecuencia empírica (posición de muestreo). Identificación de Outliers.

Unidad III

Funciones de Distribución para el AF. Funciones de distribución: Normal, Log-normal, Exponencial, Gamma, Pearson III, Log Pearson III, General de Valores Extremos. Métodos de estimación de parámetros: Momentos, Momentos pesados y Máxima Verosimilitud. Procedimiento y cálculo para distribuciones seleccionadas. Cálculo directo e inverso. Límites de confianza de los valores estimados. Utilización del programa AFMULTI.

Unidad IV

Elección de Distribuciones. Enfoque actual del problema. Inserción de las muestras y submuestras en los diagramas de momentos comunes y momentos L. Representaciones gráficas y ajuste visual. Pruebas de bondad de ajuste. Análisis de robusticidad.

Unidad V

Determinación de valores y análisis de riesgo. Conceptos y estimación de riesgo. Márgenes y factores de seguridad. Relaciones riesgo-factor de seguridad-período de retorno.

Unidad VI

Análisis de Frecuencia aplicado valores mensuales y anuales de lluvias, escurrimiento y términos de balance. Precipitaciones agregadas, anuales, estacionales y mensuales, máximos y mínimos. Análisis de excesos y déficits provenientes del balance. Análisis de aportaciones y caudales medios.

Unidad VII

Crecidas de diseño y cálculos relacionados. Características de las crecidas. Análisis de frecuencia de Caudales, niveles, volumen y duración. Tratamiento de outliers e introducción de marcas históricas. Elaboración de hidrogramas de diseño. Elaboración de curvas nivel máximo-permanencia-recurrencia. Regionalización de caudales máximos. Índice de crecida y curvas caudal específico-área.

Unidad VIII

Análisis de estiajes. Determinación de la variable a utilizar, caudal o nivel mínimo. Tratamiento de "0" en las series muestrales. Análisis para obras de captación y para navegación. Elaboración de curvas nivel mínimo-permanencia-recurrencia.

Unidad IX

Tormentas de diseño. Tipo de tormenta de diseño según el uso. Selección muestral para el análisis



de frecuencia. Elaboración de curvas I-D-F y ajuste de curvas. Adopción de duración y distribución temporal. Elaboración de hietogramas de diseño. Distribución areal y coeficientes de abatimiento

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial y taller para resolución de casos.

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de trabajos prácticos y 1 (un) examen final individual teórico-práctico.

5. Bibliografía básica

- Bertoni, JC. (Ed.)(2004). "Inundaciones Urbanas en Argentina". Editorial Universitas. Córdoba, Argentina, ISBN: 987-9406-76-1. 254p.
- Cacik, P.; M. Vallejos, C. Paoli y J. Bolzicco. (1998). "Modelo AFM. Versión actualizada modelo AFMULTI bajo entorno Windows". XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio de Recursos Hídricos del Conosur. Santa Fe, Agosto de 1998.
- Cacik, P.; P. Novara; C. Paoli y R. Hämmerly (2017). "Modelo wxAFMulti. Versión actualizada modelo AFMULTI bajo entorno Windows 10". Inédito. FICH-UNL. Nov 2017.
- Chow, V.T.; Maidment, D. y Mays, L. (1996). "Hidrología aplicada". McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, 584 p.
- Cunnane, C. (1989) Statistical Distributions for Flood Frequency Analysis. World Meteorological Organization. Operational Hydrology Report No 33.
- ELECTROBRAS (1987). Guía para cálculo de cheia de projeto de vertedores. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro. Brasil.
- EVARSA (2011). "Estadísticas Hidrológicas de la República Argentina", Edición 2011. Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Desarrollo. Secretaria de Obras Públicas. Secretaria de Recursos Hídricos.
- Fattorelli, S.; Fernández, P. (2011). "Diseño Hidrológico". 2da Ed. en español. Edición digital publicada en la biblioteca virtual de la WASA-GN. ISBN: 978-987-05-2738-2. 602p.
- NERC. (1975) Flood Studies Report. Hydrological Studies. Natural Environment Research Council. Vol I.
- Paoli, C., Bolzicco, J., Cacik, P. (1991). Curso Análisis de Frecuencia para la Determinación de la Crecida de Diseño. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. UNL. Santa Fe. Argentina.
- Paoli, C. y Scherider, M. (Ed.) (2000). "El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura". Centro de Publicaciones UNL. 2 tomos. Capítulos 2. Conocimiento del régimen hidrológico, 3. Régimen de crecidas y análisis de caudales máximos y autor principal del capítulo 6. Determinación de parámetros hidrológicos de diseño. ISBN 987-508-120-5.
- Paoli, C. (2002). "Riesgo y Determinación de Valores de Diseño" en Apuntes del Curso de Posgrado Tópicos avanzados de Hidrología Urbana. UBA, Buenos Aires.
- Paoli, C., Giacosa R., (2004). "Inundaciones En La Región Pampeana". Capítulos: 2 Caracterización del riesgo Hídrico con relación a las inundaciones y a las crecidas y lluvias de diseño; 4 características hidrológicas de la llanura pampeana central oeste (áreas de derrames del Río Quinto y arroyos del sur de Córdoba), ISBN 950-34-0246-8.
- Paoli, C. y G. Mallinow (Ed.) (2010). "Criterios para la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes". Ediciones UNL. Santa Fe, Argentina. ISBN 978-987-657-371-9. 172 p.
- Tucci, C.E.M. (Ed.) (2000). Hidrología. Ciencia y aplicación. Editorial de Universidade /UFRGS - ABRH, 2. ed Porto Alegre, Brasil, 943 pp.



- Tucci, C.E.M. (2002). Regionalização de Vazoes. Editorial de Universidade /UFRGS - ABRH. Porto Alegre, Brasil, 256 pp.
- Vogel, R., Wilson, I. (1996). Probability Distribution of Annual Maximun, Mean and Minimum Streamflows in the United States. Journal of Hydrologic Engineering. Vol 1, Nro.2, pags. 69-76.
- Zamanillo, E.; Larenze, R. (2008). "Tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos". UTN Regional Concordia. Ed. Univ. Tecnológica Nacional. Buenos Aires. ISBN 978-950-42-0109- 0. 104 p.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.
Práctica en el aula y Taller: 25 horas.
Total: 60 horas.
Duración: 15 semanas.

(CFE04) ANÁLISIS MULTIVARIADO Y GEOESTADÍSTICO EN HIDROLOGÍA

1. Objetivos

Presentar metodologías del Análisis Estadístico Multivariado y Geoestadística como herramientas útiles en el estudio y caracterización de los sistemas hidrológicos y en la generación de información sintética. Facilitar al alumno los elementos básicos para encarar la aplicación de los métodos mediante el uso de programas computacionales de dominio público y uso convencional.

2. Programa Sintético

Unidad I

Nivelación de Conceptos básicos. Revisión de conceptos básicos de la estadística univariada. Gráficos univariados. Valores anómalos. La ley Normal y los fenómenos naturales. Diferencias entre normalización y estandarización. Ejemplos y ejercicios. Revisión de conceptos de Algebra Matricial: definiciones básicas, coseno del ángulo entre dos vectores, geometría de vectores. Determinante. Menores. Rango. Matrices vectores normales y ortonormales. Valores propios y vectores propios. Ejercicios. Definición de la matriz de datos básicos, análisis preliminar, incertidumbres asociadas a los datos.

Unidad II

Geoestadística. Introducción. Variabilidad espacial. Dependencia espacial. Estructura de variación espacial de las variables. Variables regionalizadas, conceptos e hipótesis. Variograma, semivariograma y autocorrelograma. Análisis estructural. Variograma experimental. Partes del Variograma. Ajuste de modelos teóricos. Kriging. Tipos de kriging. Varianza del error de estimación. Ejemplos, aplicaciones, casos de estudio y ejercicios

Unidad III

Métodos estadísticos multivariados. Introducción a la estadística multivariada. Cubo y bloque de datos. Modos de análisis e interpretación. Gráficos multivariados. Curvas de Andrews. Coeficientes de similitud. Diferentes métodos, clasificación general y requerimientos para su aplicación. Diferentes

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



tipos. Matriz de datos básicos: selección de variables, preprocesamiento y transformaciones. Ejemplos y aplicaciones. Análisis de agrupamiento: tipos, nociones básicas, supuestos y requerimientos, coeficientes de similitud, modos. Métodos de agrupamiento jerárquico aglomerativo: criterios de unión. Dendrograma. Matriz cofenética y correlación cofenética. Análisis factorial: tipos, fundamentos teóricos y matemáticos, supuestos estadísticos y requerimientos, coeficientes de similitud, modos. Análisis de componentes principales: varianza representada, scree plot, gráfico de cargas y bi-plot. Mapeo de scores. Aplicaciones Geoestadísticas con métodos estadísticos multivariados. Co-kriging. Análisis estructural de los scores. Análisis de la incertidumbre por la aplicación de los modelos y de los resultados obtenidos. Varianza del error de estimación en el mapeo. Otros métodos multivariados. Ejemplos, aplicaciones, casos de estudio y ejercicios.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final individual teórico-práctico.

5. Bibliografía básica

- Barbosa L. 1997. Análise Estatística de dados geológicos. Editora UNESP.
- Brown Charles. 1998. Applied Multivariate Statistics in Geohydrology and Related Sciences. Springer. Berlin, Alemania.
- Crisci J & M. Lopez Armengol. 1989. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA. Serie de Biología. Monografía 26. La Plata, Argentina.
- de Marsily 1986. Quantitative hydrogeology. Academic Press, San Diego, USA.
- Everitt B., S. Landau & M. Leese. 2001. Cluster Analysis. Oxford University Press Inc., New York.
- Fili M., O. Tujchneider, M. Paris, M. D'Elia & M. Perez. 1999. Variables Hidrogeológicas Regionalizadas. Metodologías y casos de estudio. Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. ISBN 987-508-064-0.
- Guillaume A. 1977. Introduction à la Géologie Quantitative. Masson. Paris, Francia.
- Harman H. 1979. Modern Factor Analysis. Third Edition Revised. The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Jackson J. E. 2003. A user's guide to principal components. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- Jöreskog K., J. Klovan & R. Reyment. 1976. Geological Factor Analysis. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands.
- Kolvan J. 1986. The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions. Journal of sedimentary Petrology 36: 115-125.
- Lawrence F. & S. Upchurch. 1976. Identificación de geochemical patterns in groundwater by numerical analysis. Advances in Groundwater Hydrology. American Water Resources Association: 199-214.
- Lawrence F. & S. Upchurch. 1982. Identification of recharge areas using geochemical factor analysis. Groundwater 26 (6): 680-687.
- Matheron G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, N°5. École Nationale Supérieure de Mines de Paris. Paris, Francia.
- Merodio J.C. 1985. Métodos Estadísticos en Geología. Asociación Geológica Argentina. Serie "B", Didáctica y Complementación. N° 13. Buenos Aires, Argentina.
- Paris, M., M. Perez, M. D'Elia & O. Tujchneider. 2001. Piezometric levels regionalization and hydraulic conductivity zonification in the hydrogeological mathematical modelling. En:



Proceedings of 2001 Annual Conference of the International Association for Mathematical Geology.

- Paris M. & G. Zucarelli. 2004. Regionalización de caudales. Propuesta metodológica para la identificación de regiones homogéneas. Revista Ingeniería Hidráulica de México Vol XIX (4) octubre-diciembre.
- Samper Calvete J. & J. Carrera Ramirez. 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología Subterránea. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Barcelona, España.
- Spagni B., Bergagna A., Roldán G. & López Mirta. 2002. Estadística Básica. Probabilidad. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral.
- Usunoff E. & E. Varni. 1990. a normalizacion de datos hidroquimicos y su efecto en el analisis de componentes principales. En: Anales XIV Congreso Nacional del Agua. 13 pág.
- Usunoff Eduardo. 1994. Applied multivariate techniques in hydrochemical studies. Trends in Hydrology 1: 267-278.
- Walpole R & R Myers. 1992. Probabilidad y Estadística. Mc Graw Hill, USA.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE05) MECÁNICA DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN CURSOS FLUVIALES CON LECHO ARENOSO

1. Objetivos

Brindar al estudiante: a) los fundamentos teóricos y las leyes fundamentales que gobiernan los escurrimientos a superficie libre de agua y arena sobre contornos móviles en régimen permanente y uniforme; b) las bases teóricas y métodos de cálculo de las diferentes modalidades del transporte de sedimentos; c) principios básicos sobre dinámica de formas de fondo y los enfoques teóricos para el cálculo de la resistencia hidráulica en tales tipos de escurrimiento; d) aplicaciones de los conceptos impartidos para la resolución de problemas simplificados especialmente seleccionados de la práctica habitual de la ingeniería de ríos.

2. Programa Sintético

Unidad I

Fundamentos de la mecánica del transporte de sedimentos en ríos: encuadre general del tema; rasgo esencial del problema; concepto de corriente aluvial; introducción a los modos de transporte; el caso de la resistencia al escurrimiento; las formas de fondo y su influencia; concepto de estabilidad de cauces; grados de libertad; variables dimensionales y adimensionales a considerar en el fenómeno bifásico; simplificación para el caso de escurrimiento permanente, bidimensional y uniforme.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 26 de 86



Unidad II

El transporte de sedimentos: Iniciación del movimiento (enfoques de la tensión y velocidad críticos en sedimentos no cohesivos y cohesivos). El transporte de la carga de fondo (fórmulas de transporte). La suspensión del sedimento y el transporte de la carga total de material de fondo. La carga de lavado, su papel en la carga sólida total y en la dinámica morfológica del cauce y de su planicie aluvial.

Unidad III

Formas de fondo y resistencia en corrientes aluviales: Conceptos generales. Clasificación y descripción. Predicción de sus dimensiones. Su importancia en la altura de rugosidad de cauces aluviales. Resistencia al escurrimiento (superficial y por forma). Predicción de la resistencia en cauces aluviales. Importancia práctica del tema.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final individual teórico-práctico.

5. Bibliografía básica

- Garde, R.J. y Ranga Raju, KG.. 1978. "Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Streams Problems". Wiley Eastern Ltd. New Delhi. India.
- García, M.H. (ed.). 2008. "Sedimentation Engineering. Processes, Measurements, Modeling, and Practice". ASCE. Manuals and Reports on Engineering Practice No. 110. Reston, Virginia.
- Graf, H.W. 1984. "Hydraulics of Sediment Transport". Water Resources Publication, LLC. Colorado. EUA. 513p.
- Pe, JA 1983. "Hidráulica de Sedimentos". Universidad de los Andes. CONICIT – CIDIAT. Mérida. Venezuela.
- Raudkivi, A.J. 1976. "Loose Boundary Hydraulics". Pergamon Press. 2nd Edition.
- Shen, H.W. (Ed.). 1971. "River Mechanics". Vols. I y II. Fort Collins. Colorado.
- Simons, D.B. y Sentürk, F. 1976. "Sediment Transport Technology". Water Resources Publication. Fort Collins. Colorado.
- UNESCO – DSI. 1992. "Sediment Transport Technology". Vols. 1 y 2. UNESCO. General Directorate of State Hydraulic Works (DSI). IHPSC/RP 205036.2. Ankara. Turquía.
- van den Berg, J. y de Vries (eds.). 1979. "Principles of River Engineering". Pitman Publishing Ltd. 509 p.
- Vanoni, VA (Ed.). 1975. "Sedimentation Engineering". ASCE. Manuals and Reports on Engineering Practice. No. 54. New York.

Textos específicos.

- Bogardi, J. 1978. "Sediment Transport in Alluvial Streams". Akadémiai Kiadó. Budapest. Hungría.
- Breusers, H.N. y Raudkivi, A.J. 1991. "Scouring". Hydraulic Structures Design Manual. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Gupta, A. (ed.). 2007. "Large Rivers. Geomorphology and Management". J. Wiley & Sons, Ltd. Chichester. England.
- Leliavsky, S. 1964. "Introducción a la Hidráulica Fluvial". Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- Martín Vide, J.P. 1997. "Ingeniería Fluvial". Politecn/Ingeniería Civil. Edicions UPC. Universitat Politecnica de Catalunya. 209p.
- Leopold, LB, Gordon Wolman, W. y Miller, J.P. 1964. "Fluvial Processes in Geomorphology". W.H. Freeman and Co. San Francisco.



- Nezu, I. y Nakagawa, H. 1993. "Turbulence in Open Channel Flow". AA Balkema. Rotterdam.
- Reynolds, A.J. 1974. "Turbulent Flows in Engineering". J. Wiley and Sons.
- Richards, K. 1982. "Rivers - Form and Process in Alluvial Channels". Methuen and Co. Ltd. London.
- Schumm, SA y Winkley, BR (Eds.). 1994. "The Variability of Large Alluvial Rivers". ASCE Press.
- Simons, Li and Associates. 1982. "Engineering Analysis of Fluvial Systems". Fort Collins. Colorado.
- Soulsby, R. and Bettles, F. (Eds.). 1991. "Sand Transport in Rivers, Estuaries and the Sea". Proceeding of the Euromech 262 Colloquium. AA Balkema. Rotterdam.
- University of Roorkee. 1989. "Alluvial River Problems". Proceeding of the Third International Workshop. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Van Rijn, L.C. 1993. "Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas". Aqua Publications. Amsterdam. The Netherlands.
- Yalin, M.S. 1977. "Mechanics of Sediment Transport". 2nd Edition. Pergamon. Press.
- Yalin, M.S. 1992. "River Mechanics". Pergamon. Press. Oxford. England.
- Yalin, M.S. y Ferreira da Silva, A.M. 2001. "Fluvial Processes". Monograph of the International Association of Hydraulic Engineering and Research. Delft. Holanda. 197p.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE06) MÉTODOS NUMÉRICOS EN RECURSOS HÍDRICOS

1. Objetivos

Que el alumno adquiera las técnicas básicas de la modelación numérica, con las siguientes premisas:

- Adquirir los fundamentos en que se basa la simulación numérica del flujo de fluidos (resolución de las ecuaciones de Stokes, Euler o Navier-Stokes).
- Conocer las principales ecuaciones de diseño de sistemas de flujo de fluidos y de transmisión de calor y profundizar en el conocimiento de los mecanismos que implican estos sistemas.
- Adquirir una visión global del proceso de modelación numérica, que le permita en primer lugar, formular modelos para diferentes problemas de ingeniería de medios continuos relacionados con el análisis de flujos y fluidos y de transferencia de calor.
- Comprender la relación entre los resultados numéricos obtenidos y los resultados experimentales en prototipos, si es posible obtenerlos, validación resultados.
- Adquirir los conocimientos necesarios para utilizar un programa de simulación de flujo de fluido y trasladar los mismos a su aplicación práctica tanto en la industria como en la investigación.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 28 de 86



2. Programa Sintético

Unidad I

Introducción. Objetivos de la simulación numérica aplicada al flujo de fluidos. Campo actual de aplicación. Ejemplos. Breve resumen con las ventajas y desventajas de los métodos numéricos.

Unidad II

Modelos y Ecuaciones Fundamentales Concepto de modelización. Introducción a las ecuaciones que gobiernan el flujo de fluidos y transporte escalar. Ecuación de difusión. Ecuación de advección. Ecuación de advección-difusión. Introducción a las formas fundamentales de las ecuaciones de Navier-Stokes. Fuerte o diferencial y débil o integral. Clases de flujo.

Unidad III

Métodos Numéricos de Resolución. Introducción a los métodos numéricos para resolver de forma aproximada los modelos matemáticos. Selección del modelo a aplicar. Métodos de discretización. Método de resolución del sistema de ecuaciones algebraico. Introducción a los modelos de turbulencia.

Unidad IV

Imposición de Condiciones de Contorno y Generación de mallas. Condiciones iniciales y de contorno. Paredes sólidas, contornos ficticios. Concepto de discretización. Tipos de malla. Definición de los contornos. Técnicas de generación de mallas estructuradas y no-estructuradas. Concepto de adaptabilidad.

Unidad V

Programas o Softwares de Simulación. Características esenciales de los programas. Evaluación comparativa de las alternativas. Pre-procesado y pos-procesado. Compatibilidad entre programas.

Unidad VI

Ejemplos de simulación numérica. Simulación numérica a modo de ejemplo de los principales modelos analizados, para flujo laminar, turbulento, isotérmicos, transferencia de calor. Acoplamientos con sólidos.

Unidad VII Aplicación e investigación en dinámica de los fluidos computacional

Presentación y discusión pública de los trabajos realizados por los alumnos, sobre los temas identificados con el temario, que revistan un interés práctico y de aplicación real.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final individual teórico-práctico.

5. Bibliografía básica

- Finite elements and approximations. O.Zienkiewicz and K. Morgan.
- White F.M. Mecánica de los Fluidos. Mc. Graw-Hill México – 1988.
- Shames I.H. Mecánica de los Fluidos. Mc. Graw-Hill Santa Fe de Bogotá – 1995.
- Tdyn Theory COMPASS Ingeniería y Sistemas SA info@compassis.com 6th Revision Tdyn 5.0 año 2011.



- GiD The personal pre and postprocessor – Reference manual - International Center for Numerical Methods in Engineering Edificio C1, Campus Norte UPC Gran Capitán s/n, 08034 Barcelona, Spain <http://www.gidhome.com> - gid@cimne.upc.edu.
- Jean Donea y Antonio Huerta - Finite Element methods for Flow Problems- John Wiley @ Sons Ltd. (2003).
- Métodos Numéricos en Fenómenos de Transporte – M. Storti – N. Nigro – Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMEC-INTEC-CONICET)- Apuntes CFD.
- Batchelor G.K.- Am Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge Univ. Press 1980.
- The Finite Element Method – O.C. Zienkiewicz – R.L. Taylor Volume 1, 2 y 3 – Buttherworth-Heinemann.
- A Finite Element Formulation for Viscous Incompressible Flows – Ramón Codina Monografía N° 16 – CIMNE (1993).
- Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer – D. Anderson – J. Tannehill – R. Pletcher – Series in Computational Methods in Mechanics and Thermal Sciences.
- The Finite Element Method in Heat Transfer and Fluid dynamics. J.N. Reddy and D.K. Gartling. CRC Press (2000).
- Chapra, Steven C.; Canale, Raymond p., 2003. “Métodos numéricos para ingenieros con programas de aplicación”, ISBN: 9701039653. 992 p. McGraw Hill.
- Ferziger J. H., 1998. “Numerical Methods for Engineering Applications”. ISBN-10: 0471116211. Wiley-Interscience.
- MATLAB software, Manual del Usuario.
- Artículos seleccionados de revistas internacionales (International Journal for Numerical Methods in Engineering y otras).

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE07) QUÍMICA AMBIENTAL

1. Objetivos

Aportar los fundamentos teóricos necesarios para que el alumno adquiera una formación básica acerca de las fuentes, reacciones, transporte, efectos y destinos de las especies químicas en el agua, el suelo y el aire. Que el alumno se capacite para identificar problemas ambientales cuyos factores determinantes sean químicos y en valorar a los recursos naturales como susceptibles de degradación y con posibilidades de remediación

2. Programa Sintético

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 30 de 86



Unidad I

La Química Ambiental: rol, importancia y relación con otras disciplinas. Introducción a la química ambiental: expresión de concentraciones, estequiometría, solubilidad, oxidación – reducción.

Unidad II

Transformaciones y degradaciones abióticas: oxidaciones por combustión, fototransformaciones. Cinética química. Biotransformación y biodegradación. Toxicología. Procesos de partición entre dos fases.

Unidad III

Contaminación de las aguas. Normas y parámetros de calidad del agua (físicos, químicos y fisicoquímicos). Calidad del agua en ríos y lagos.

Unidad IV

Tipos y fuentes de contaminantes del aire (contaminantes primarios, secundarios y de referencia).

Unidad V

Contaminación del suelo. Fuentes, naturaleza química de los contaminantes, distribución.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 2 (dos) exámenes parciales y 1 (un) examen final individual teórico-práctico de 3 horas de duración.

5. Bibliografía básica

- Bailey, R.A.; H.M. Clark, J.P. Ferris, S. Krause & R.L. Strong. 1978. Chemistry of the environment. Academic Press. New York. 574 p.
- Bochrís, J.O.M. 1978 (Second Edition). Environmental Chemistry. Plenum Press. New York. 795 p.
- Buell, P. & J. Girard. 1994. Chemistry an environmental perspective. Prentice Hall. New Jersey. 615 p.
- Connell, D.W. 1997. Basic concepts of environmental chemistry. Lewis Publishers. Boca Raton. 506 p.
- Fassbender, H.W. & E. Bornemis. 1987 (5ta reimpression). Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José de Costa Rica. 420 pág.
- Kiely, Gerard. 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Mc Graw Hill, Madrid. 1331 pág.
- LaGrega, M.D., P.L. Buckingham & J.C. Evans. 1996. Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Volumen I. McGraw Hill, Madrid. 642 pág.
- Manahan, S. 1993. Fundamentals of Environmental chemistry. Lewis Publishers, Boca Raton. 844 p.
- Manahan, S. 1994 (Sixth Edition). Environmental Chemistry. Lewis Publishers, Boca Raton. 811 p.
- Morel, F. M. M. & J. G. Hering. 1993. Principles and Applications of Aquatic Chemistry, Wiley & Sons, 608 p.
- Nicholas, J. 1976. Chemical Kinetics. John Wiley & Sons, New York. 241 p.
- Nriagu, J.O.(Editor) 1976. Environmental biogeochemistry. Volume 1. Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur and selenium cycles. Ann Arbor Science, Michigan. 423 p.



- Nriagu, J.O.(Editor) 1977. Environmental biogeochemistry. Volume 2. Metals transfer and ecological mass balances. Ann Arbor Science, Michigan. 797 p (- 423 p.)
- Sawyer, C.N. & P.L.McCarty. 1978. Chemistry for environmental engineering. McGraw Hill, New York. 522 p.
- Schwarzenbach, R.P., P.M. Gschwend & D.M. Imboden. 1993. Environmental organic chemistry. John Wiley, New York. 681 p.
- Stumm, W. & J.J. Morgan. 1970. Aquatic Chemistry. An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Natural Waters. Wiley-Interscience, New York, 583 p.
- Verschueren, K. 1983. Handbook of environmental data on organic chemicals. Van Nostrand Reinhold, New York. 1310 pág.
- Wayne, R.P. 1970. Photochemistry. Butterworth & Co, London. 263 p.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE08) TELEDETECCIÓN: APLICACIÓN A LA HIDROLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

1. Objetivos

Que los alumnos comprendan los principios básicos de adquisición de datos en forma remota mediante el uso de tecnología satelital. Esta última conforma una herramienta moderna de obtención de información que contribuye a un mayor conocimiento de los ecosistemas terrestres y marinos.

Los objetivos específicos de este curso son que el alumno comprenda:

- los elementos básicos de una imagen,
- los principios de las ondas electromagnéticas y los sensores satelitales,
- el tipo de información de la superficie terrestre que puede extraerse de una imagen óptica,
- las ventajas y desventajas de este tipo de fuente de datos.

2. Programa Sintético

Unidad I

Introducción a la Teledetección: Breve historia del desarrollo de la teledetección. Conceptos generales. Radiación electromagnética y procesos de propagación. Interacción con la atmósfera. Componentes de un proceso de teledetección satelital. Aplicaciones de la teledetección satelital.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 32 de 86



Unidad II

Radiación electromagnética: Frecuencias, Longitud de onda. Espectro electromagnético y las aplicaciones. Interacciones electromagnéticas. Plataformas, sensores y satélites. Satélites operativos al presente.

Unidad III

Procesamiento de Imágenes satelitales: Elementos de una imagen. Combinación de múltiples bandas. Resolución de una imagen (espectral, radiométrica, espacial, temporal). Corrección geométrica y radiométrica. Clasificación y análisis. Re-muestreo de imágenes. Filtrado de imágenes.

Unidad IV

Índices de Vegetación: Principios físicos. Estructura foliar y curva de reflexión de energía. Índices de vegetación y sus aplicaciones.

Unidad V

Temperatura: Ley de los cuerpos negros de Planck. Ley de desplazamiento de Wien y efectos de la emisividad. Métodos para obtener la temperatura de superficie-Monocanal y Split Window.

Unidad VI

Microondas pasivas: Principios físicos – Misiones actuales y futuras.

Unidad VII

Aplicación a la Hidrología: Estimación de la evapotranspiración, déficit hídrico, balance de energía, humedad de suelo etc.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 3 (tres) trabajos prácticos temáticos, 1 (un) examen final individual escrito y 1 (un) Trabajo Práctico Integrador.

5. Bibliografía básica

- Campbell, J. B. Introduction to Remote Sensing. Segunda edición. The Guilford Press. New York – London, 1996.
- Chuvieco, Emilio. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3° Ed. Revisada. Ediciones Rialp, Madrid, 1996. 568pgs.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 85, 328-328.
- Jensen J. R., (2000). "Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective". Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall. 544 pgs.
- Liang Shunlin, Li Xiaowen y Wang Jindi, (2012). Advanced remote sensing: terrestrial information extraction and applications. Academic Press-USA, 800 pages. ISBN 9780123859556.
- Monteith, J.L. & Unsworth M. (1990). Principles of Environmental Physics. Butterworth-Heinemann, 2nd edition. Burlington-MA, 304 pages. ISBN: 071312931X.
- Rees W. G. (2001). Physical Principles of Remote Sensing. Cambridge University Press, 2nd edition. Cambridge-UK, 343 pages. ISBN 0521669480.



6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.
Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.
Total: 60 horas.
Duración: 15 semanas.

(CFE09) HIDROLOGÍA ESTOCÁSTICA

1. Objetivos

Proporcionar al alumno distintos métodos para construir, identificar, ajustar y comprobar modelos de series de tiempo apropiados para sistemas hidrológicos discretos, con el objeto de obtener valores de pronóstico y simulación.

2. Programa Sintético

Introducción. La función de autocorrelación y el espectro. Propiedades de autocorrelación y espectrales de modelos estacionarios. Modelos estacionarios lineales. El proceso lineal general. Procesos autorregresivos. Procesos de promedios móviles. Procesos mixtos autorregresivos - promedios móviles. Modelos lineales no estacionarios. Procesos autorregresivos - promedios móviles integrados. Pronóstico. Identificación y estimación de modelos. Estimaciones no lineales y bayesianas. Pruebas de diagnóstico de los modelos. Modelos estacionales. Análisis de series multivariadas. Aplicación de programas computacionales (STATISTICA y NCSS).

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 6 (seis) trabajos prácticos, 2 (dos) exámenes parciales y 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Bellman, R.: Introduction to Matrix Analysis – The RAND Corporation, Washington, 1970.
- Benjamin & Cornell: Probability Statistics and Decision for Civil Engineers – McGraw-Hill, NY, 1982.
- Box & Jenkins: Time Series Análisis, Forecasting and Control – J. Wiley and Sons, San Francisco, 2nd . Edit, 1976.
- Box & Tiao: Bayesian Inference In Statistical Analysis – Addison-Wesley P.C., 1973.
- Bury, Karl: Statistical Models in Applied Sciences – J. Wiley and Sons, NY, 1975. 2



- D.R.Cox: Prediction by exponentially weighted moving averages and related methods – Jour. Roy. Stat. Soc. 823, 414, 1961.
- A.H. El-Sharaawi & S.R.Esterby (Editors) – Time Series Methods in Hydrosiences – Elsevier S.P.C., Amsterdam, 1982.
- U. Grenander & M.Rosenblatt: Statistical Analysis of stationary time series – J.Wiley, NY, 1957.
- E.J. Hannan: Time Series Analysis – Methuen, London, 1960.
- M.G. Kendall & A.Stuart: The Advanced Theory of Statistics – Vol. 3 – Griffin, London, 1966.
- T.C.Koopman: Serial correlation and quadratic forms in normal variables – Ann. Math. Stat., 13, 14, 1942.
- T.C.Koopman: Statistical Inference in Dynamic Economic Models – John Wiley, NY, 1950.
- H.B. Mann & A.Wald: On the statistical treatment of linear stochastic difference equations – Econometrics 11, 173, 1943.
- M.H. Quenouille: Analysis of Multiple Time Series – Hafner, NY, 1957.
- M.H. Quenouille: Associated measurements – Butterworth, London, 1952.
- M. Silber. “Hidrología Estocástica”. Apuntes de cátedra, 2008.
- G. Tintner: The Variate Difference Method – Principia Press, Bloomington, Indiana, 1940.
- G. Tintner & J.N.K.Rao: On the Variate Difference Method – Australian Journal of Statistics 5, 106, 1963.
- E. Slutsky: The summation of random causes as the source of cyclic processes – Econometrics 5, 105, 1937.
- P. Whittle: Hypothesis testing in time series analysis – The University of Uppsala Publication, 1976.
- J.L.Doob: Stochastic processes – J.Wiley, NY, 1953

6. Carga horaria y duración

Teoría: 30 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE10) MODELACIÓN PRECIPITACIÓN-ESCORRENTÍA APLICADA AL DISEÑO HIDROLÓGICO

1. Objetivos

Se pretende que al final del curso, el alumno sea capaz de:

- Establecer las diferencias entre las metodologías de optimización y no optimización.
- Diferenciar los modelos determinísticos de los modelos estadísticos.
- Conocer los fundamentos teóricos para el desarrollo de modelos.
- Comprender la importancia del modelo matemático como herramienta para la representación de un sistema físico.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



- Establecer las limitaciones de los modelos hidrológicos.
- Diferenciar las etapas del proceso de modelación.
- Definir los elementos que integran los modelos.
- Seleccionar modelos, teniendo en cuenta la información disponible, los objetivos de la modelación y los recursos técnicos-científicos.
- Analizar la sensibilidad de los parámetros.
- Aprender técnicas de calibración.
- Conocer la estructura de un modelo conceptual.
- Analizar la información requerida para la aplicación de un modelo conceptual

2. Programa Sintético

Unidad I

Conceptualización del sistema físico. Descripción del área de captación. Carácter sistémico de la cuenca. Caracterización de la cuenca. Características topográficas. Análisis hipsométrico de la cuenca hidrográfica. Red de drenaje. Topología de la red de drenaje. Clasificación simplificada de las cuencas y técnicas hidrológicas a utilizar.

Unidad II

Concepto de modelo matemático. Clasificación de los modelos en Hidrología. Modelos de optimización y de no optimización. Simulación de las distintas componentes del ciclo hidrológico. Elementos integrantes de un modelo. Modelos de optimización y de no optimización. Diagrama de bloques de un modelo conceptual. Criterios de selección de modelos. Evolución de los modelos.

Unidad III

Selección del modelo. Objetivos de la simulación. Datos disponibles. Datos históricos utilizados en modelos hidrológicos. Análisis de datos. Limitaciones y representatividad de las series hidrológicas.

Unidad IV

Generalidades. Incertidumbres naturales. Incertidumbre de datos. Incertidumbre y análisis de riesgo. Incertidumbres en los recursos hídricos. Incertidumbres de los resultados. Incertidumbres sobre las variables de entrada. Incertidumbres en la estructura del modelo. Incertidumbre en la definición de los parámetros. Análisis de sensibilidad. Incertidumbres de los parámetros.

Unidad V

Período de retorno. Escala del diseño hidrológico. Valor límite estimado. Diseño para usos de agua. Selección del nivel de diseño. Análisis de riesgo. Análisis hidroeconómico.

Unidad VI

Importancia de las lluvias intensas. Parámetros característicos de las lluvias. Registros pluviométricos y pluviográficos. Tipo de información suministrada. Determinación de curvas i-d-f en base a registros pluviográficos. Determinación de las curvas i-d-f en sitios sin registros pluviográficos. Tormentas de diseño. Hietogramas de diseño utilizando análisis de eventos de tormenta. Precipitación máxima probable. Tormenta máxima probable.

Unidad VII

Modelos del Grupo HEC. Diferencias. Ventajas y desventajas. Características principales. Métodos de propagación en cuenca, métodos de propagación en cauce. Algoritmos para el cálculo de las pérdidas. Modelo continuo SMA. Aplicaciones.



Unidad VIII

Características generales. Ecuaciones de Saint Venant. Clasificación de los modelos de propagación de ondas de crecida. Métodos de las características. Esquemas explícitos. Esquemas implícitos. Condiciones iniciales. Condiciones de borde. Estabilidad y precisión numérica. Datos de entrada para los modelos hidrodinámicos. Aplicaciones.

Unidad IX

Presentación de casos de estudios aplicados.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Chow, V. T.; Maidment, D. R.; Mays, L. W. (1994). "Hidrología Aplicada". McGraw Hill.
- Fleming, G. (1977). "Computer Simulation Techniques in Hydrology". Elsevier Environmental Science Series. New York.
- HEC-HMS. Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos.
- Singh, V. P. (1995). "Computer Models of Watershed Hydrology". Water Resources Publications, USA. Pp 1130.
- Tucci, C. E. M. (1993). "Hidrología. Ciencia y Aplicación". ABRH.
- Tucci, C. E. M. (1998). "Modelos Hidrológicos". ABRH.
- USACE (2001). "HEC-HMS". Apuntes de Curso. Managua, Nicaragua.
- Vich, A. I. J. (1996). "Aguas continentales – Formas y Procesos. Manual de aplicaciones Prácticas". Mendoza.
- Zamanillo, E.; Larenze, G.; Tito, M.; Perez, M; Garat, M. (2009). "Tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos". Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia."
- Zucarelli, G. V. (2009). "Fundamentos de Hidrología". Apuntes para la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos.
- Zucarelli, G. V. (2010). "Simulación Hidrológica". Apuntes para la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 30 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.



(CFE11) PROCESOS EROSIVOS EN CAUCES ALUVIALES

1. Objetivos

Brindar al estudiante conceptos fundamentales, metodologías de análisis y herramientas de cálculo disponibles relacionados con procesos de erosión factibles de ocurrir en cauces constituidos por un lecho móvil. Se pondrá especial énfasis en el estudio de los mecanismos de erosión cuyo desarrollo compromete a la estabilidad e integridad de estructuras hidráulicas tales como puente

2. Programa Sintético

Introducción: conceptos fundamentales. Ecuación de continuidad sedimentológica. Análisis de la variación de la capacidad de transporte de sedimentos: su incidencia sobre los procesos de erosión y sedimentación. Tipos de erosión: características de los fenómenos, su naturaleza, dependencia funcional. Erosión general de largo y corto plazo. Erosión por contracción. Erosión en curva. Erosión en confluencias. Procesos de erosión local junto a pilas y estribos de puentes y espigones marginales. Estimación de niveles de erosión total. Ejemplos de aplicación: análisis de casos.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 3 (tres) trabajos prácticos, 1 (un) Trabajo Práctico Integrador, 1 (un) Trabajo Experimental de Laboratorio y 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Ackers, J. y Kirby, A. (2002) "Manual on scour at bridges and other hydraulic structures" Department of Trade and Industry. CIRIA. London.
- Breusers, H. N. y Raudkivi, A.J. (1991) "Scouring". Hydraulic Structures Design Manual. A.A Balkema. Róterdam.
- Garcia, M. P.E., Ph.D., (editor) (2008) "Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modeling, and Practice". (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 110. ASCE Task Committee to Expand and Update Manual 54 of the Sedimentation Committee of the Environmental and Water Resources Institute). (Manual and Report No. 110) by Reston, VA: ASCE / EWRI, 978-0-7844-0814-8, 2008, 1132 pp.
- Hoffmans, G.J.C.M and Verheij, H.J. (1997) "Scour Manual". A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield
- Martín Vide, J.P. (2006) "Ingeniería de ríos". Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, S.L., ISBN:978-84-8301-900-9, 381 p.
- Martínez Marín, Eduardo (2001) "Hidráulica Fluvial. Principios y Práctica" Bellisco. ISBN 84-95279-44-4. Madrid. España.
- Maza Álvarez, J. A. (2001) "Erosión en ríos y obras de protección." Curso "Algunos aspectos de Ingeniería de Ríos." Escuela de Ingenieros de caminos, Canales y Puertos. Universidad de Castilla La Mancha. Ciudad Real. España.
- Melville, B. W. & Coleman, S. E. (2000). "Bridge Scour". Water Resources Publications, Littleton, Colorado, USA.
- MOPU (1988) "Control de la erosión fluvial en puentes" Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de obras Públicas y Urbanismo. Madrid. ISBN: 84-7433-572-8.
- Przedwojski, R.; Blazejewski, R. y Pilarczyk, K.W. (1995) "River training techniques fundamentals, design and applications." A.A. Balkema, Rotterdam, 625 p.
- Raudkivi, A.J. "Loose boundary hydraulics, 3th. Ed. Pergamon Press, Oxford, 537 pp. 1990.



- Shen, H.W. (Ed) 1971 "River Mechanics". Fort Collins. Colorado.
- U. S. Department of Transportation, Hydraulic engineering circular N° 18, "Evaluating scour at bridges", Fourth Edition. Publication No. FHWA NHI 01-001. May 2001. Federal Highway Administration, Washington D.C.
- U. S. Department of Transportation, Hydraulic engineering circular N° 23, "Bridge Scour And Stream Instability Countermeasures", Second Edition. Publication No. FHWA NHI 01-003 March 2001. Federal Highway Administration, Washington D.C.
- Vanoni U.A. (Ed.) (1975) "Sedimentation Engineering" ASCE Manual and Reports on Engineering Practice N°54 New York.
- Vanoni, V.A (editor) (2006) "Sedimentation Engineering". (Prepared by ASCE Task Committee for the Preparation of the Manual on Sedimentation of the Sedimentation Committee of the Hydraulics Division). (Manual and Report No. 54). Reston, VA: ASCE/EWRI, 0-7844-0823-8, 2006, 418 pp. (Barcode: RMI MK31590).
- Publicaciones seleccionadas de revistas de la especialidad.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE12) TALLER DE TESIS

1. Objetivos

Identificar los fundamentos de la investigación científica y las herramientas metodológicas y lingüísticas requeridas para la formulación de su propuesta de Tesis. Analizar críticamente cada uno de los pasos que conducen a la elaboración de dicha propuesta. Adquirir las competencias para elaborar su propio plan de Tesis para ser presentado y evaluado por el comité correspondiente

2. Programa Sintético

Unidad I

Investigación científica. El proceso de producción de conocimiento. Tema y duración de la investigación. Referente empírico. Manejo de antecedentes.

Unidad II

Reglas y condiciones previas para la elaboración de un trabajo de investigación. Estructura de una Tesis de Maestría. Protocolos de la propuesta de tesis y la tesis propiamente dicha en MIRH.

Unidad III

Construcción del problema de investigación. Innovación, pertinencia, consistencia y factibilidad. Interés científico, tecnológico y social de la propuesta. La argumentación sobre su validez.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 39 de 86



Unidad IV

Objetivos de la investigación. Objetivos generales y específicos. La hipótesis. Acotación del trabajo investigativo. Construcción del referencial teórico.

Unidad V

Características del discurso de la ciencia. Secciones del texto y secuencias correspondientes.

Unidad VI

Fuentes bibliográficas, fichajes y formas de incorporación al texto. Articulación entre referentes teóricos e investigación empírica y aplicada.

Unidad VII

Estrategias metodológicas. Enfoques cuantitativos y cualitativos. Metodologías y técnicas de investigación. Recolección, contrastación y procesamiento de los datos.

Unidad VIII

La operacionalización de los resultados de la investigación. Conclusiones del trabajo de investigación.

Unidad IX

La presentación oral de la tesis. Estrategias a poner en práctica.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Presentación oral y escrita de 2 (dos) trabajos prácticos con bosquejos de secciones del plan de tesis. 1 (un) Examen final: Elaboración del borrador de la propuesta de tesis y presentación oral del mismo.

5. Bibliografía básica

- Arroyo G. y Matienzo T. 2011. Pensar, decir, argumentar: lógica y argumentación desde diferentes perspectivas disciplinares. Buenos Aires. Prometeo.
- Botta, M. 2002. Tesis, monografía e informes. Buenos Aires. Biblos.
- Bunge M. 2001. La investigación científica: Su estrategia y su filosofía. Siglo XXI Editores.
- Dei, D. 2006. La tesis. Cómo orientarse en su elaboración. Prometeo. Buenos Aires.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio P., 2000. Metodología de la Investigación, 2º edición, Mc Graw-Hill, México.
- Cataldi Amatriain, R. 2001 Los informes científicos. Buenos Aires. Lugar Editorial.
- Emiliani, F. 1995. Proyectos de Investigación Científica. Santa Fe. UNL-Conicet-ACNL.
- Moyano, E. 2000. Comunicar ciencia. El artículo científico y las comunicaciones a congresos. Buenos Aires. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Narvaja de Arnoux E. (dir.) 2009. Escritura y producción de conocimiento en las carreras de posgrado. Santiago Argos Editor. Buenos Aires.
- Natale, L. (coord.) 2012. En carrera: escritura y lectura de textos académicos y profesionales. UNGS. Buenos Aires.
- Sautu, R. y otros. 2005. Manual de Metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO. Buenos Aires Publicaciones seleccionadas de revistas de la especialidad.



6. Carga horaria y duración

Teoría: 25 horas.
Coloquio y/o Práctica en el aula: 20 horas.
Total: 45 horas.
Duración: 15 semanas.

(CFE13) DRENAJE URBANO

1. Objetivos

Que el alumno profundice el conocimiento de metodologías y herramientas avanzadas aplicadas al diseño hidrológico-hidráulico de los principales componentes de un sistema de drenaje urbano.

2. Programa Sintético

Unidad I

Los procesos de urbanización y sus efectos. Efectos hidrológicos de la urbanización. Efectos sobre los cuerpos de agua receptores. La hidrología urbana y su evolución histórica. Manejo del agua pluvial. Principios generales de planificación y diseño. El riesgo hídrico y su mitigación. Medidas estructurales y no estructurales. Componentes estructurales del sistema de drenaje. Sistemas menor y mayor. Plan Director de drenaje urbano.

Unidad II

Diseño hidrológico. Procedimiento general. Recurrencias de diseño para los sistemas menor y mayor. Riesgo de falla. Lluvias inicial y máxima. Métodos para el cálculo de crecidas. Método Racional. Tiempo de concentración. Método TR-55 del SCS. Método de transformación precipitación-escorrentía. Tormentas de Diseño. Pérdidas de escurrimiento. Hidrogramas sintéticos: Procedimiento del Hidrograma Urbano de Colorado (CUHP) e Hidrograma Sintético del SCS. Modelos matemáticos en hidrología urbana. Principales características de los modelos WINSTORM y SWMM (Storm Water Management Model).

Unidad III

Las calles y el drenaje pluvial. Efectos de la escorrentía pluvial. Clasificación de calles en función del tránsito. Tirantes y anchos de anegamiento admisibles para las lluvias inicial y máxima. Diseño de calles para el drenaje pluvial. Criterios geométricos. Capacidad de conducción de un cordón cuneta. Ecuación de Izzard. Secciones simples, compuestas y tipo V. Capacidad de conducción de una calle. Diseño de intersecciones cerradas y abiertas.

Unidad IV

Bocas en cordón, en solera y combinadas. Capacidad de interceptación y eficiencia de bocas. Diseño de bocas en pendiente continua, con cordón cuneta simple y compuesto. Diseño de bocas en puntos bajos. Ubicación de bocas. Controles geométricos. Espaciamiento de bocas en pendiente continua: procedimiento con Método Racional.



Unidad V

Sistema de conductos. Hipótesis del tipo de flujo para el diseño: flujos a gravedad y bajo carga. Diseño hidráulico de conductos. Diseño preliminar. Traza y alineación de conductos. Geometría y dimensiones. Capacidad de conducción de un conducto. Pendiente y velocidades admisibles. Tapada mínima. Longitud de segmentos. Niveles de agua máximos admisibles. Salida del conducto. Aplicación del Método Racional. Diseño final. Líneas del gradiente de energía y del gradiente hidráulico (LGH). Determinación de la LGH. Pérdidas de carga por fricción, en transiciones, uniones y cámaras de acceso. Estructuras auxiliares.

Unidad VI

Flujo en canales abiertos. Principio de conservación de la energía. Clasificación del flujo. Capacidad de conducción de un canal. Tirante y velocidad normal. Parámetros de diseño. Caudal de diseño. Geometría de la sección transversal. Taludes. Pendiente longitudinal. Altura libre. Sobreelevación en curvas. Diseño de canales erosionables. Método de la velocidad permitida. Método de la fuerza tractiva. Procedimiento general de diseño. Diseño preliminar. Diseño final. Alcantarillas. Tipos. Hidráulica de alcantarillas. Condiciones de control de entrada y control de salida. Procedimiento de diseño.

Unidad VII

Dispositivos de detención y retención. Objetivos de los dispositivos. Problemas asociados a los dispositivos. Tipos de dispositivos. Dispositivos de detención y de retención. Dispositivos en la fuente y regionales. Diseño hidráulico de los dispositivos. Diseño preliminar. Almacenamiento requerido y reducción del caudal pico. Métodos del Hidrograma Triangular y de Regresión. Diseño final. Estructuras de evacuación. Orificios. Vertederos. Tubos de descarga. Canal aliviador de emergencia. Propagación de crecidas en embalses.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 7 (siete) trabajos prácticos y 1 (un) Trabajo Final Integrador. Aprobación de 1 (un) Examen final presencial.

5. Bibliografía básica

- Chow V.T., Maidment D., Mays L., 1994. "Hidrología Aplicada". Mc. Graw Hill Interamericana S.A.
- French R. H., 1991. "Hidráulica de canales abiertos". Mc. Graw Hill. México.
- Gómez Valentín M., 2007. "Curso de Análisis y rehabilitación de redes de alcantarillado mediante el código SWMM 5.0". ISBN:978-84-611-7817-9. Distribuidora Alfambra de Papelería. Barcelona.
- Gómez Valentín M., 2008. "Curso de hidrología urbana". ISBN:978-84-612-1514-0. Distribuidora Alfambra de Papelería. Barcelona.
- Pedraza R., 2011. "Drenaje Urbano". Apuntes de clase. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral.
- Riccardi G., 2004. "Hidrología en Medios Antropizados". Curso de posgrado. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.
- Texas Department of Transportation, 2002. WinStorm (Storm Drain Design, version 3.05). http://www.txdot.gov/business/contractors_consultants/engineering_software.htm
- Tucci, C., Bertoni, J. C. (Eds.), 2003. "Inundações urbanas na America do Sul". Programa Asociado de Gerenciamiento de Cheias patrocinado por Organização Meteorologica Mundial y Global Water Partnership. 471 p., ISBN: 85-88686-07-4. Associação Brasileira de Recursos Hídricos



- Tucci C., Lalaina Porto T. y De Barros M. 1995. "Drenagem Urbana". Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Tucci C., da Motta Marques D. M., 2000. "Avaliação e controle da drenagem urbana". Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration, 2001. "Urban Drainage Design Manual" (Hydraulic Engineering Circular N° 22)", FHWA
<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/hec22.pdf>
- U. S. Environmental Protection Agency – Urban Watershed Management Research, 2011. "Storm Water Management Model (SWMM) Version 5.0.022".
<http://www.epa.gov/ednrmrl/models/swmm/index.htm>
- U. S. Soil Conservation Service, 1986. "Technical Release N° 55 Urban Hydrology for Small Watersheds", National Engineering Publications.
- U. S. Water Environment Federation - American Society Of Civil Engineers (ASCE), 1992. "Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems", ASCE, New York.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 30 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE14) GEOHIDROLOGÍA CUANTITATIVA

1. Objetivos

En vistas a la creciente demanda de las aguas subterráneas y a la necesidad de orientar los estudios de caracterización, exploración, explotación, protección, planificación y gestión de este recurso, se prevén como objetivos de este curso los siguientes:

- Que el alumno se familiarice con la información y los procedimientos para la determinación de los parámetros hidráulicos formacionales, mediante el análisis de los datos provenientes de ensayos de bombeo.
- Conocer los fundamentos teóricos para la implementación y/o aplicación de un modelo numérico de aguas subterráneas.

Iniciar a los participantes en el uso de herramientas computacionales de resolución de pruebas hidráulicas y modelación del escurrimiento en medios porosos saturados. Resolver situaciones prácticas

2. Programa Sintético

Unidad I

Introducción. Antecedentes históricos de la Hidrogeología Cuantitativa. Tendencias y usos del agua subterránea. Origen, existencia y circulación del agua subterránea. Ecuación de balance. Los

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 43 de 86



acuíferos y sus propiedades hidrogeológicas. Principios del escurrimiento del agua subterránea. Ecuaciones que caracterizan el movimiento del agua subterránea.

Unidad II

Estructura de un pozo de bombeo. Objetivos y tipos de pruebas de bombeo. Diseño del ensayo. Realización de la prueba. Observaciones de campo. Conceptos fundamentales. Cono de depresión. Radio de influencia. Pozo total y parcialmente penetrante. Régimen permanente y no permanente.

Unidad III

Hidráulica subterránea. Definiciones, conceptos y principios básicos. Flujo unidireccional. Flujo radial. Hidráulica de pozos en acuíferos confinados, semiconfinados y libres. Ecuaciones básicas para la resolución de los ensayos por bombeo. Supuestos básicos. Ensayos por bombeo en régimen estacionario y variable. Otras pruebas hidráulicas para determinación de parámetros formacionales.

Unidad IV

Aplicaciones prácticas de la hidráulica de pozos en acuíferos confinados. Análisis y evaluación de los datos de ensayos por bombeo. Representaciones gráficas e interpretación de los resultados. Acuífero confinado régimen estacionario. Determinación de parámetros hidráulicos por el Método de Thiem. Acuífero confinado régimen no permanente. Determinación de parámetros hidráulicos por el Método de Theis y aproximación logarítmica de Cooper-Jacob. Resolución de situaciones prácticas a través de medios manuales y computacionales.

Unidad V

Aplicaciones prácticas de la hidráulica de pozos en acuíferos semiconfinados. Análisis y evaluación de los datos de ensayos por bombeo. Representaciones gráficas e interpretación de los resultados. Acuífero semiconfinado en régimen permanente. Determinación de parámetros hidráulicos por el Método de De Glee y Hantush-Jacob. Acuífero semiconfinado en régimen no permanente, con y sin almacenamiento en el acuitardo. Método de Walton - Hantush. Resolución de situaciones prácticas a través de medios manuales y computacionales.

Unidad VI

Aplicaciones prácticas de la hidráulica de pozos en acuíferos libres. Análisis y evaluación de los datos de ensayos por bombeo. Representaciones gráficas e interpretación de los resultados. Acuíferos libres en régimen permanente. Método de Thiem-Dupuit. Acuíferos libres en régimen no permanente con y sin drenaje diferido. Métodos de Boulton – Prickett. Otros métodos de campo para la determinación de parámetros hidráulicos formacionales. Resolución de situaciones prácticas a través de medios manuales y computacionales.

Unidad VII

Modelación matemática de acuíferos: conceptos básicos. Aproximación continua del medio poroso. Ecuaciones que caracterizan el movimiento del agua subterránea. Condiciones iniciales y condiciones de borde. Discretización. Métodos numéricos de resolución de las ecuaciones. Criterios de calibración. Simulación. Verificación.

Unidad VIII

Fundamentos del código MODFLOW. Ecuación en diferencias finitas. Iteración. Tipos de celdas y simulación de los bordes. Discretización del espacio. Discretización del tiempo. Paquetes incorporados a MODFLOW. Aplicaciones. Seguimiento de partículas. Aplicaciones con MODPATH

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de trabajos prácticos y 1 (un) examen final escrito.

5. Bibliografía básica

- Custodio, E. y M. R. Llamas. 1976. Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Ed: Omega. Barcelona.
- Delleur J. 2007. The Handbook of Groundwater Engineering. Second Edition. CRC Press. Taylor and Francis Group.
- Fetter, C. W. 2001. Applied Hydrogeology. Fourth Edition. Prentice Hall.
- Harbaugh, A.W. 2005. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular ground-water model—the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16.
- Kruseman, G. P. y N. A. De Ridder. 2000. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data It Second Edition (Completely Revised) International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen. The Netherlands.
- McDonald M. G. y A. W. Harbaugh. 1988. A modular 3-D finite-difference ground-water flow model. Chapter A1. Book 6. Modeling Techniques. U.S. Geological Survey.
- Pollock, David W. 1994. User's Guide for MODPATH/MODPATH-PLOT, Version 3: A particle tracking post-processing package for MODFLOW, the U. S. Geological Survey finite-difference ground-water flow model. U. S. Geological Survey. Open-file report 94-464. Reston, Virginia.
- Rushton, K. R. 2004. Groundwater Hydrology: Conceptual and Computational Models. John Wiley and Sons, Inc.
- Todd, David K. y Larry W. Mays. 2005. Groundwater Hydrology. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- Visual MODFLOW v. 4.1 User's Manual. Copyright © 2005 Waterloo Hydrogeologic Inc.
- Weight W. 2004. Manual of Applied Field Hydrogeology. McGraw-Hill Companies.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 25 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 35 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE15) INGENIERÍA FLUVIAL APLICADA A VÍAS DE NAVEGABLES

1. Objetivos

Brindar al estudiante de posgrado información, conocimientos teóricos-prácticos, y metodologías de cálculo para aplicar en estudios y soluciones de múltiples problemas relacionados con la ingeniería de ríos, con particular énfasis para el diseño y mantenimiento de obras relacionadas con puertos y vías navegables fluviales. Estimular y atender ejemplos de problemáticas particulares y de interés presentadas por los alumnos, para desarrollar en forma conjunta posibilidades de estudio y solución.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 45 de 86



2. Programa Sintético

Unidad I

Sedimentación de Finos en canales de accesos y zonas portuarias. Distintas causas. Metodologías de cálculo. Obras de control y mantenimiento. Diseño de dársenas. Pantallas de retención. Trampas de sedimentación y métodos de limpieza. Chorros de inyección. Sedimentación en canales transversales

Unidad II

Sedimentación de material granular en tramos de ríos y pasos de navegación. Ubicación y características. Ejemplos del Río Paraná. Procesos de sedimentación en canales de navegación. Expansión de corriente. Sesgo del canal. Efecto de taludes. Metodologías de cálculo. Efectos por dunas. Cálculo de sobreprofundidades y sobreanchos.

Unidad III

Obras de Control y Regularización de cauces: Objetivos. Represas y esclusas. Cortes de meandros y rectificación de curvas. Espigones de regularización. Distintos tipos. Ventajas e inconvenientes. Diseño de espigones. Materiales y metodologías constructivas. Combinación de espigones y protecciones para la regularización de cauces. Obras de dragado y refulado libre dentro del cauce. Consolidación de bancos. Obturación y dragado parcial de brazos.

Unidad IV

Equipos y Obras de dragado: Generalidades. Equipos auxiliares. Clasificación. Draga de succión en marcha. Draga de succión tipo dustpan. Draga de succión con cortador. Dragas mecánicas. Características, modo de operación, ventajas e inconvenientes. Equipamientos y accesorios. Dragas especiales. Dragado de suelos rocosos. Características e importancia del material a dragar. Rendimientos de los equipos de dragado. Trenes de dragado. Estructura general de los costos de dragado

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de trabajos prácticos y coloquios parciales. Aprobación de 1 (un) Trabajo Práctico Integrador y 1 (un) examen final teórico-práctico.

5. Bibliografía básica

- Seminar on inland water transport. USCOE, National Ports and Waterways Institute. Louisiana University (Holchtein, 1991).
- Guidelines for design and construction of revetments for inland waterways. PIANC, 1987 – B 57.
- Supervision and control of long lateral embankments. PIANC, 1990 – B 69.
- Navigation and flood control through geometric alignment. USCOE, 1980. (Winkley and Brooks).
- River training techniques. Predwojski, Blazejewski and Pilarczyk. Rotterdam, 1995.
- Channel improvement and stabilization on the Mississippi river. USCOE, Vicksburg, USA, 1979.
- Water resources in development mississippi. USCOE, 1993.
- Protección y rectificación de ríos. Maza Alvarez (UNAM).
- Estudios varios hidrovía fluvial argentina. FICH, 1987 – 2007.



- El río Paraná en su tramo medio. Paoli, Schreider y otros, FICH, UNL, 2000.
- River and channel revetments. A design manual. M. Escarameia, 1998.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 35 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE16) METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Objetivos

Investigación y contenidos científicos; el estado del arte, los principales paradigmas investigativos, ventajas y limitaciones y complementaridad, las etapas de un proceso de investigación; Los marcos teóricos; Enfoques cuantitativos y cualitativos; La triangulación Metodológica; Bases de la epistemología compleja; definición del universo y de la población en estudio; relación entre las unidades de Análisis y de recolección; producción y construcción de los datos de la investigación cuantitativa; criterios de confiabilidad y validez; componentes de una propuesta de Investigación.

2. Programa Sintético

Reflexiones previas. Términos de referencia. Conocimiento científico: características. La ciencia como producto social. El proceso de investigación instancias y fases. Validación conceptual. Desarrollo de la idea, elección del tema e identificación del problema. Relevancia del problema central y problemas conectados. Formulación del problema. Enfoque cualitativo y cuantitativo Hipótesis. Construcción del marco referencial o teórico. Formulación de objetivos. Validación empírica. Operacionalización. Matriz de datos: Unidades de análisis, variable, valores e indicadores. Delimitación del universo de unidades de análisis. Definición de variables en relación a las hipótesis. Fuentes de datos. Diseño de procedimientos. Tratamiento y análisis de datos. Triangulación metodológica. Validación operativa. Recolección de datos, pruebas piloto. Cargado de datos. Cuestiones emergentes de los resultados. Muestra de resultados. Reconocimiento y valoración de los destinatarios de la información. Difusión.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso Teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Examen final individual y realización de una propuesta de proyecto de investigación

5. Bibliografía básica

- Samaja, Juan "Epistemología y metodología: elementos para una teoría de la investigación científica" Eudeba Bs As (1993)
- Padua, J "Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales" Fondo de Cultura Económica. México (2000)

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 47 de 86



- Waineman C y Sautu R. “La trastienda de la investigación” 3° edición Ed. Lumiere. Bs As (2001)
- Vieytes Rut “Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad”. Ed. de las ciencias. Bs As (2004)
- Taylor & Bogdan “Introducción a los métodos cualitativo de investigación”. Ed. Paidós BS As (1986)
- Abercasis S y Heras C. “Metodología de la investigación” Ed. Nueva librería. Bs As (1994)
- Pardinas F. “Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales” Ed. Siglo Veintiuno. México (1984)
- Boudieu P. “El oficio de científico” Ed. Anagrama. Barcelona (2003)
- Fals Borda O. “El problema de cómo investigar la realidad para transformarla por la praxis. Ed Tercer mundo. Bogota (1990)

6. Carga horaria y duración

Teoría: 30 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 15 horas.

Total: 45horas.

Duración: 8 semanas.

(CFE17) EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

1. Objetivos

Documentar al alumno en:

- Métodos para evaluar la erosión de suelos y otros procesos de degradación del suelo.
- Principios básicos y técnicas para el control de la erosión y la conservación del suelo.
- Técnicas y aplicaciones hidrológicas relacionadas con la restauración de cuencas.
- Conceptos de desertificación.

Y que además desarrolle la capacidad de información y comunicación en aspectos específicos relacionados con la asignatura

2. Programa Sintético

Unidad I.

La erosión hídrica. Aspectos conceptuales. Erosión. Definiciones de erosión de suelos, pérdida de suelos y producción de sedimentos. Mecanismos y factores que condicionan el fenómeno erosivo. Acción de las precipitaciones. Acción de la escorrentía. Formas de erosión. Clasificación de Sharpe.

Unidad II.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 48 de 86



Modelos para la determinación de la erosión hídrica Modelos para evaluar la erosión hídrica. Introducción histórica. Formulas empíricas. Modelos paramétricos para determinación de la erosión. Modelo USLE. Evaluación directa e indirecta. Modelos de base física. Medida de erosión y escorrentía en cuencas y parcelas experimentales de campo.

Unidad III.

Degradación de cuenca hidrográfica. Extensión de modelos paramétricos para el estudio de la erosión en cuencas hidrográficas. Concepto de degradación específica de la cuenca. Modelo de Fournier. Modelo de Djourovic. Extensión a cuencas hidrográficas de la ecuación USLE. Aplicaciones del Modelo M.U.S.L.E. Análisis de los métodos de estimación directa de la degradación específica de una cuenca. Modelos de erosión vinculados con modelos hidrológicos (WEPP, EUROSEM, EPIC, AGNPS, ANSWERS, SWAT, SWRRB). Utilización de técnicas Sistemas de Información Geográfica para obtener de la producción de sedimentos. Concepto de erosión eólica. Mecanismos actuantes. Conceptos generales de los modelos predictivos de erosión eólica (WEQ, RWEQ y WEPS) y túneles de viento.

Unidad IV.

Riesgo de erosión. Evaluación de riesgo de erosión. Elaboración de mapas de erosión. Indicadores de calidad de suelo y su relación con la erosión. Acción antrópica. Modelos cartográficos de evaluación de riesgo de erosión y pérdidas actuales de suelo. Recomendaciones de FAO.

Unidad V.

Medidas restauradoras de las cuencas hidrográficas. Actuaciones en laderas de la cuenca vertiente. Las cubiertas vegetales permanentes como medida de conservación de suelos. Clasificación agrológica de suelos. Actuaciones biológicas en la cuenca. La conservación de suelos agrícolas. Principios fundamentales. Cultivo a nivel. Cultivo en Fajas y Cultivo en Terrazas. Hidrotecnias en laderas. Bancales. Zanjias de desviación. Drenajes. Control de los movimientos en masa. Restauración hidrológica forestal de cuencas. Preparaciones del terreno con fines repobladores. Experiencias y resultados.

Unidad VI.

Calidad y Degradación del suelo. Tipo e Indicadores de degradación. Desertificación: concepto y causas de la misma. Desertificación en Argentina. Control de la desertificación: Recuperación de áreas degradadas. Conceptos generales del uso sostenible del suelo. Agricultura sostenible, agricultura ecológica, agricultura de conservación

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de los trabajos prácticos y 2 (dos) exámenes parciales cortos. Aprobación de 1 (un) coloquio final integrador y de 1 (un) Trabajo Especial conteniendo los temas teóricos.

5. Bibliografía básica

- CHAO-YUAN LIN, WEN-TZU LIN, WEN-CHIEH CHOU, 2002. Soil erosion prediction and sediment yield estimation: the Taiwan experience. Soil & Tillage Research, 68, pp.143- 52.
- DESMET P.J.J., GOVERS G., (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal Soil and Water Conservation, vol. 51 (5), pp. 427-433.
- ESRI (2016) ARC GIS- 10.3. Environmental Systems Research Institute, Inc. USA.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 49 de 86



- FAO. (1967) La erosión del suelo por el agua: algunas medidas para combatirlas en las tierras de cultivo Roma. 207 pág. (*)
- FAO, (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma.
- FOSTER, A. (1967) Métodos aprobados Conservación de suelos. Ed. Trillas. México. (*)
- FELICISIMO A.M., (1999). Los MDT en los Estudios del Medio Físico. Universidad de Extremadura. <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/>
- HOLY, M. (1982) Erosion and Enviroment. 225 p. Oxford. Pergamon Press. (*)
- HUDSON, N. (1982). Conservación del suelo. Barcelona: Reverté. 335 Pág.
- INCYT MENDOZA. (1986). Protección de márgenes y erosión de cuencas (*)
- INTA. SCOTA, E. (1977) Estimación cuantitativa de la erosión de los suelos del área de la represa de Salto Grande. Paraná. 9 p. (*)
- INTA. PANIGGATTI, J, (1985) Conservación de suelos en la región pampeana húmeda (*)
- JONES C.A., GRIGGS R.H., WILLIAMS J.R., SRINIVASAN R., 1998. Predicción de la erosión hídrica y eólica del suelo. <http://www.fao.org/desertification/DOCS/T2351S/T2351S03.htm>.
- KIRBY M. J. and MORGAN R.P.C. (1984) Erosión de suelos 375 Págs., Ed. Limusa – México.
- MEYER L. D. and WISCHMEIER W. H. (1969) Mathematical Simulation of the process of soil erosion by water, pags. 754-758, transactions of de A.S.A.E. (American Society of Agricultural Engineers) – Michigan.
- PEÑA LOPEZ, J. () Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio.. Ed. ECU. 4ª. (*)
- USACE, 2015. HEC-HMS Hydrologic Modeling System, versión 4.1.0, User's Manual. U.S. Army Corps of Engineers Civils. Hydrologic Engineering Center. Davis. California.
- PUSINERI G.M.B., D'ELIA M.P., PEDRAZA R.A., MARANO R. P., 2002. Uso de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección para la Estimación del Parámetro Número de Curva. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas -Universidad Nacional del Litoral.
- RAPACIOLI, R. (2007). La problemática aluvional en el desarrollo urbano de la Región del Alto Valle del Río Negro. Tesis de maestría en gestión ambiental del desarrollo urbano GADU. <http://www.fjp.org.ar>
- RAPACIOLI, RAUL (2011). Curso "Sistema de Información Geográfica aplicados a la gestión del Medio Ambiente". Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. UNCOMA. Neuquén.
- TARDIVO R., DESANTIS D., GRACIANI S. Elaboración de Cartografía de Cobertura y Ocupación de la Tierra y Bases de Datos Geoespaciales para Modelado de la Cuenca del Arroyo El Obispo (Entre Ríos). Primer Congreso de la Ciencia Cartográfica y VIII Semana Nacional de Cartografía, Buenos Aires 25-27 – Junio-2003.
- WILLIAMS J.R. (1975) Sediment routing for agricultural watersheds. Water Ressources Bulletin. American Ressources Association Vol. 11, núm. 5, pp 965-974.
- WISCHMEIER W.H. (1959) A rainfall erosion index for a Universal Soil Loss Equation. Proceeding Soil Scientific Society of America 23, Madison, Wis., pp 246-249.
- WISCHMEIER W. H.; SMITH D. D (1978) Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning, pp. 58, U. S. D. A. Agriculture Handbook num. 537, Washington D.C.

(*) Bibliografía disponible en la Biblioteca "E. Emiliani"

6. Carga horaria y duración

Teoría: 30 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 50 de 86



(CFE18) MODELACIÓN HIDROLÓGICA DISTRIBUIDA

1. Objetivos

Lograr que el estudiante adquiera conceptos de modelación hidrológica y se capacite en la aplicación de modelos semi-distribuidos y distribuidos.

2. Programa Sintético

Sistemas hidrológicos típicos y no típicos. Modelación matemática. Tipos de modelos hidrológicos. Distribución espacial de variables hidrológicas y físicas del área de estudio. Procesamiento de los datos para la implementación de los modelos. Modelación hidrológica semi-distribuida. Modelación hidrológica distribuida. Representación de los resultados. Simulación continua.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 3 (tres) trabajos prácticos, de 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen final oral.

5. Bibliografía básica

- Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O'Connell, Rasmussen, 1986b. "An introduction to the European hydrological system - Système Hydrologique Europeen, "SHE", 2: Structure of a physically-based, distributed modelling system". *Journal of Hydrology*, 87: 61-77.
- Chow, V.T., D.R. Maidment, L.W. Mays (1994). "Hidrología Aplicada".
- Chow, V.T. (1974). "Handbook of Applied Hydrology Engineering". Ed. McGraw Hill.
- Cunge, J. A.; Holly, F. M.; Verwey, A. (1980) "Practical Aspects of Computational River Hydraulics" Pitman Advanced Publishing Program.
- Environmental Modeling Research Laboratory of Brigham Young University (2006), "Manual Watershed Modeling System".
- Fertonani M. E. y H. R. Prendes (1983). Hidrología en áreas de llanura. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos. En: M.C. Fuschini Mejía (Ed.): Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría, Abril, 1983. UNESCO.
- Fleming, G. (1977). "Computer Simulation Techniques in Hydrology". Universidad of
- Fuschini Mejía M. C. (1989). Dry temperate flatlands. In M. Falkenmark & T. Chapman (Eds.): Comparative hydrology. An ecological approach to land and water resources (pp. 240-251). UNESCO/SIWI: Stockholm, Sweden
- Strathclyde, Ed. Elsevier, New York.
- Maidment, D. R. (1993). "Handbook of Hydrology". McGraw-Hill, Inc.
- NASA, 2001. "SRTM, Shuttle Radar Topography Mission". <http://www.jpl.nasa.gov/srtm/>, <http://seamless.usgs.gov/>
- Orsolini, H. E. 2000. Zimmermann, E. D.; Basile, P. A. "Hidrología: Procesos y Métodos". UNR Editora.
- Riccardi G. (2000). "Cell model for hydraulic modeling". *Journal of Environmental Hydrology*. Vol. 8, paper 15, 1-13.
- Scioli, C. (2009) "Modelación del escurrimiento superficial en áreas de llanura: Implementación y calibración de un modelo distribuido de grilla" Tesis Maestría – FCEIA – UNR



- Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación – 2008-2009. “Publicaciones Hidrometeorológicas 2008-2009”. ISBN 978-987-98869-8-4
- Sing, V. P. (1995). “Computer Models of Watershed Hydrology”. Water Resources Publications.
- Tucci, C. E. (1993). “Hidrología, Ciencia y Aplicación”. Colección ABRH de Recursos Hídricos.
- Tucci, C. E. (1998). “Modelos Hidrológicos”. Colección ABRH de Recursos Hídricos.
- U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2008. “HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Technical Reference Manual, User’s Manual”. HEC, Davis, California. <http://www.hec.usace.army.mil/>

6. Carga horaria y duración

Teoría: 20 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 40 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(CFE19) INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN AMBIENTAL

1. Objetivos

El objetivo general es brindar conocimientos y formar profesionales con una visión integradora de la gestión ambiental, de manera que puedan identificar, analizar, evaluar y resolver problemas ambientales en base al paradigma del desarrollo sustentable, articulando en cada intervención que lleven a cabo el mejoramiento simultáneo de las condiciones económicas de la sociedad, la distribución con equidad social y la seguridad ecológica como base de un compromiso intergeneracional.

Los objetivos específicos del curso son: a) conceptuales: brindar una formación conceptual, integral, y metodológica sobre la gestión ambiental y los enfoques, estrategias y herramientas disponibles para resolver problemas ambientales, b) procedimentales: promover el trabajo interactivo con objeto de capacitar y entrenar a los futuros alumnos en la aplicación de las herramientas de la gestión ambiental; analizar y discutir estudios de caso sobre la aplicación de distintas herramientas para la resolución de distintos problemas ambientales en tanto estudios de caso, c) actitudinales: promover el ejercicio ético y comprometido de la gestión ambiental en la resolución de problemas ambientales, identificando los instrumentos y herramientas adecuados, así como la promoción de una visión participativa y tolerante con el resto de la sociedad.

2. Programa sintético

Identificación de problemas ambientales. La dimensión ambiental. Definición y posturas epistemológicas. Problemas y desafíos ambientales para el siglo XXI. Desafíos globales, regionales, nacionales y locales. Aspectos rurales y urbanos. Problemas ambientales y desarrollo. Escalas de análisis. Estudios de caso. Gestión ambiental. La gestión ambiental. Principios y políticas ambientales. Tendencias mundiales en la materia. Modelos de gestión ambiental. Instrumentos de

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 52 de 86



gestión ambiental. Preventivos, correctivos y de recuperación. Salvaguardias ambientales. Gobernabilidad ambiental. Diagnósticos e indicadores ambientales.

3. Modalidad de dictado: curso teórico-práctico de dictado presencial.

4. Modalidad de evaluación: evaluación en talleres y un examen final.

5. Bibliografía básica

- Banco Mundial, 1991. Libro de consulta de evaluación ambiental. Vol. I y II. Departamento de Medio Ambiente, Trabajo Técnico No. 139.
- Buroz C., E. 1998. La gestión ambiental. Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Fundación Polar, pag. 376.
- CIDIAT - OEA (Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras y Organización de los Estados Americanos), 1992. Seminario Interamericano sobre evaluación económica, social y ambiental de proyectos. CIDIAT-OEA.; Mérida, Venezuela, 97 págs.
- EPA (United States Environmental Protection Agency), 1998. Principios de evaluación del impacto ambiental. Washington.
- Gaviño Novillo, J.M., 1997, Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles de tierra mayor y río olivia. Análisis de la normativa de usos de suelos. Consejo Federal de Inversiones. Informe Final.
- Gaviño Novillo, J.M.-Edit- 1999 Instrumentos de gestión ambiental.. Documentos del Departamento de Hidráulica. H.doc N° 1.UNLP..La Plata.
- Gaviño Novillo, J.M.-Edit- 2000 Indicadores ambientales 20000. Documentos del Departamento de Hidráulica. H.doc N° 3.UNLP..La Plata.
- Gaviño Novillo, J.M.; 2000; Apuntes de Gestión Ambiental, Fac.Ingeniería.UNLP, <http://davinci.ing.unlp.edu.ar/hidraulica/ambiental/apuntes.htm>
- Gaviño Novillo, J.M.; Romero, M., 2005, Water and Education: Education kit, Manual de educación ambiental para niños (3 a 12 años), International Hydrological Programme, ROSTLAC, UNESCO, Montevideo (Spanish and English version).
- Gómez Orea, D. 1994. Evaluación de impacto ambiental. 2da. Ed.; Ed. Agrícola Española, S.A.; Madrid, España; 259 pags.
- Grassetti, E.; 1998. Estudios ambientales. Ed. Heliasta, 815 pags.; Buenos Aires.
- Hunt, D. and C. Johnson, 1996. Sistemas de gestión medioambiental. Principios y práctica. Serie Mc Graw Hill de Management, Madrid, 318 pags.
- Miller, G. T.; 1994. Ecología y medio ambiente. Grupo Ed. Iberoamérica.867 pags. México, DC.
- Munn, R. E.; 1975. Environmental Impact Assesment: Principles and Procedures. ICSU-SCOPE Report No. 5, Toronto, Canadá, 162 págs.
- Oyarzun, D. A., 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid, España; 298 págs.
- Sarandón, R. (1997) Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles de tierra mayor y río olivia. Análisis de la fragilidad ecológica. Consejo Federal de Inversiones. Informe Final.
- Sarandón, R.; Gaviño Novillo, J.M; Giraut, M; y Guerrero Borges,V.. 1999. Aplicación de indicadores de fragilidad ecológica en las evaluaciones ambientales. p: 101-115 en Almorzo, D; R. Boggio y J. Cortés (Eds.) Estadística en Estudios Medioambientales. The Gibraltar Ornith. & Natural History Soc., Impreso en la Univ. De Cádiz, España.
- Sarandón, R; Gaviño Novillo J.M. The use of parametrical models for carrying capacity assesment at basin level (Tierra del Fuego-Argentina), International Journal in Ecohydrology



and Hydrobiology, Vol 4, N° 3, pp 281-285, Proceedings of Final Conference UNESCO IHP/MAB of Wierszba (Poland), April, 2003

- WCED (World Commission on Environment and Development), 1987. Our Common Future. Oxford University Press.
- Weitzenfeld, H. (Ed.), 1990. Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de proyectos de desarrollo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Programa de Salud Ambiental, OPS, OMS, Metepec, México, 198 págs.
- Westman, W. E.; 1985. Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning. John Wiley & Sons.; 530 pags.; USA.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 25 horas.

Coloquio y/o Práctica en aula, laboratorio o campo: 20 horas.

Total: 45 horas.

Duración: 8 semanas.

(CFE20) EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. Objetivos

El objetivo del Seminario es el entrenamiento y capacitación técnica en la realización y evaluación de Estudios de Impacto Ambiental (EslA). Al finalizar el mismo, se espera que los alumnos sean capaces de contar con los elementos que permitan elaborar y evaluar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y que adquieran un mínimo entrenamiento en:

- el procedimiento de evaluación de impactos ambientales (EIA);
- el objetivo y contenido básico de un estudio de impacto ambiental (EslA);
- una estrategia general para la evaluación de un EslA.

2. Programa Sintético.

La Gestión Ambiental. Contexto de la Evaluación de Impactos Ambientales (E.I.A.). El proceso administrativo de las evaluaciones ambientales. Aspectos legales e institucionales. Etapas del procedimiento (alcances y limitaciones). Evaluación preliminar y términos de referencia ("screening" y "scoping"). Metodología de enfoque. Estrategias para la evaluación ambiental. Tipos de evaluaciones ambientales. Secuencia de actividades. Evaluaciones ambientales y el ciclo del proyecto. Instrumentos ambientales complementarios. Elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EslA). Análisis y de descripción de proyecto. Identificación de acciones. Descripción del ambiente. Identificación de factores y procesos ambientales afectados. Metodologías de identificación de efectos y valoración de impactos ambientales. Medidas de mitigación de impactos ambientales. El Plan de Gestión Ambiental. La participación de la comunidad. Tipos de instancias de participación. Lineamientos para la evaluación de EslAs.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 54 de 86



3. Modalidad de dictado: Curso teórico-práctico de dictado presencial.

4. Modalidad de evaluación: Evaluación final individual teórica. Estudio de evaluación de impacto ambiental sobre un proyecto ejecutivo y defensa grupal.

5. Bibliografía básica

- Banco Mundial, 1991. Libro de consulta de evaluación ambiental. Vol. I y II. Departamento de Medio Ambiente, Trabajo Técnico No. 139. Washington.
- Buroz C., E. 1998. La gestión ambiental. Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Fundación Polar, pág. 376.
- Canter, L., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. MacGraw Hill, Madrid, 841 pags.
- CEMCI (Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial), 1991. Curso de Evaluación de Impacto Ambiental. Granada, España, 338 pags.
- CIDIAT - OEA (Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras) (Organización de los Estados Americanos), 1992. Seminario Interamericano sobre evaluación económica, social y ambiental de proyectos. Mérida, Venezuela, 97 págs.
- Conesa Fdez.-Vitora, V. 1997. Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ra. Ed. Ed. Mundiprensa, Madrid, 352 pags.
- Gaviño Novillo, M.; Sarandón, R. (2000) Manual de evaluación de impacto ambiental, Educaidís, Technocampus, AIDIS Argentina.
- Gómez Orea, D. 1994. Evaluación de impacto ambiental. 2da. Ed.; Ed. Agrícola Española, S.A.; Madrid, España; 259 pags.
- Hunt, D. and C. Johnson, 1996. Sistemas de gestión medioambiental. Principios y práctica. Serie Mc Graw Hill de Management, Madrid, 318 pags.
- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes), 1992. Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Secretaría de Estado para las políticas y el medio ambiente, MOPT, Madrid, España, 165 págs.
- Munn, R. E.; 1975. Environmental Impact Assesment: Principles and Procedures. ICSU-SCOPE Report No. 5, Toronto, Canadá, 162 págs.
- Oyarzun, D. A., 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid, España; 298 pags.
- Wathern, P. (Ed.) 1988. Environmental Impact Assessment. Theory and practice. Routledge, London & New York; 332 págs.
- Weitzenfeld, H. (Ed.), 1990. Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de proyectos de desarrollo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Programa de Salud Ambiental, OPS, OMS, Metepec, México, 198 págs.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 20 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula, laboratorio o campo: 25 horas.

Total: 45 horas.

Duración: 8 semanas.



(CFE21) TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADAS A LOS RECURSOS HÍDRICOS

1. Objetivos

Los Sistemas de Información geográfica permiten gestionar y analizar la información espacial de una forma precisa de manera que son una tecnología básica en la toma de decisiones en diversos ámbitos de trabajo (medio ambiente, ordenación del territorio, estudios hidrológicos, etc.).

En este curso el alumno obtendrá conocimientos en Análisis Espacial Vectorial y Raster orientado a los Recursos Hídricos.

Adquirirá los conocimientos necesarios para el manejo y tratamiento de Imágenes de Satélite orientadas específicamente a la generación de mapas temáticos usados en Recursos hídricos.

Aprenderá a realizar un análisis de cuencas hidrológicas mediante la herramienta del componente HEC GeoHMS y a la obtención de diferentes parámetros geográficos de la cuenca

2. Programa Sintético

Unidad I

Análisis Espacial: Estructura y propiedades de los datos. Análisis con datos vectoriales. Análisis con datos raster. Modelos Digital de Terreno (MDT). Métodos de interpolación, generación de Modelos Digital de Elevación y Precipitación. Análisis y procesamiento de Imágenes de satélite. Cálculo del mapa de CN.

Unidad II

Delineación de red de drenaje y cuencas: Funciones de Corrección del MDE. Funciones hidrológicas. Procesamiento de la cuenca vertiente. Cálculo de los parámetros fisiográficos de una cuenca. Uso de funciones zonales y multicapas.

Unidad III

Generación del modelo cuenca en el HEC GeoHMS: Definición de cuenca de estudio y generación de un proyecto (Project Setup). Procesado de la cuenca, fusión y subdivisión de cuencas (Basin Processing). Características de la cuenca y red de drenaje (Characteristics). Cálculo de los parámetros hidrológicos (Parameters), utilización de un mapa de CN. Tiempo de concentración, con fórmula original y nueva. Generación del archivo de modelo de cuenca de intercambio con el HEC-HMS (Basin Model File).

Unidad IV

Trabajo final integrador: Desarrollo de un caso de aplicación.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 2 (dos) trabajos prácticos, 1 (un) examen parcial y 1 (un) trabajo final integrador.

5. Bibliografía básica

Libros

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



- Bosque Sendra J., (1994). Sistemas de información Geográfica, Edición Ra-Ma, España ISBN 0-201-82191-5.
- Chuvieco E.. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ed. Rialp. 1996- 3° edición. ISBN: 84-321-3127-X
- Felisícimo A. M. (1994), Modelos Digitales de Terreno. Introducción y aplicación en las ciencias ambientales". Ed: Pentalfa, Oviedo ISBN 84-7848-475-2
- Moreno Jiménez A. (2008). Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGis. Ed. Alfaomega. 2008- 2° edición. Ra-Ma, España. ISBN: 978-970-15-1366-8.
- Navone Stella Maris (2003) y otros. Sensores Remotos aplicados al estudio de los Recursos Naturales Ed. UBA. 2003- 1° edición. ISBN: 950-29-0736-1
- Navone Stella Maris y otros (2004). Teledetección aplicada a la prolema ambiental Ed. UBA. 2004- 1° edición. ISBN: 950-29-0806-6
- Olaya V., 2004, Hidrología Computacional y Modelos Digitales del Terreno. Libro gratuito Online
<https://es.scribd.com/document/43649601/Hidrologia-Computacional-MDT-SIG>
- Olaya V, 2016, Sistemas de información Geográfica, España, ISBN: 978-1530295944,
<http://volaya.github.io/libro-sig/>
- Peña Llopis J. (2006). Sistemas de información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio. Ed. Universidad de Alicante. España.2006. ISBN: 84-8454--493-1.

Apuntes

- Arbuét M.A., Pusineri G. (2018) Tutorial para la delimitación automática de ríos y cuencas. Inédito
- Benayas Polo Rebeca, Apuntes curso Online "Sistemas de Información Geográfica aplicadas a la Gestión Hidrológica", 2013, INSTITUTO DIDACTIA, España.
- Nania L. Manual básico de HEC HMS y HEC_GEOHMS. Universidad de Granada. 1996 ISBN: 978-84-690-5876-3
- Pusineri G., Arbuét M.A., (2018) Apuntes teóricos de SIG. FICH-UNL inéditos.
- Pusineri G., Arbuét M.A (2018) Guías de trabajo prácticos de Elementos de SIG. FICH-UNL inéditos
- Pusineri G., Arbuét M.A (2018) Guías de trabajo prácticos de TIG aplicadas a los Recursos Hídricos. FICH-UNL inéditos

Links

- ESRI España <http://www.esri.es/>
- ESRI USA <http://www.esri.com/>
- Imágenes Landsat USGS <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Imágenes Sentinel: <http://sentinel-s2-l1c.s3-website-eu-central-1.amazonaws.com/>
- SRTM <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- SRTM IGN <http://www.ign.gob.ar/category/tem%C3%A1tica/geodesia/mde-ar>
- HEC-HMS <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

6. Carga horaria y duración

Teoría: 10 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 35 horas.

Total: 45 horas.

Duración: 15 semanas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 57 de 86



(CFE22) MÉTODOS DE RIEGO

1. Objetivos

El objetivo general del Curso será el de adquirir capacitación en los distintos métodos de riego, como así también aprender técnicas que permitan diseñarlos y evaluar su funcionamiento.

Entre los objetivos particulares se pueden mencionar los siguientes:

- Introducir al estudiante en las bases técnicas de los métodos de riego;
- Analizar los principios y fundamentos del diseño de los métodos de riego;
- Presentar y analizar los criterios de diseño y evaluación de riego (por superficie, aspersión y localizados);
- Presentar software para interpretación y diseño de los métodos avanzados de riego.

2. Programa Sintético

Unidad I

Bases Técnicas Racionales del Riego: La planta y el agua: Consideraciones biológicas. Desarrollo de las raíces. Fuerza de absorción de las plantas. Succión Matriz. El suelo y el agua: El suelo. Características físicas e hidrodinámicas del suelo. Textura. Estructura. Densidad real aparente. Porosidad. Agua en el suelo. Determinación del contenido de humedad en el suelo. Infiltración. Permeabilidad. El suelo, el agua y la planta: Retención del agua por el suelo. PF. Capacidad de campo. Humedad equivalente. Marchitez permanente. Agua útil. Agua fácilmente utilizable. Lámina de riego. Dosis de riego. Teórica, neta y bruta. Ecuación fundamental del riego. Duración del riego. Tiempo de mojado. Tiempo de recesión. Tiempo de riego. Tiempo de aplicación.

Unidad II

Necesidad en agua para riego: Cantidad de agua requerida para los cultivos: Determinación experimental. Determinación a partir de fórmulas climáticas. Evapotranspiración potencial ETP. Evapotranspiración real. Aportes naturales: Precipitación. Precipitación de diseño. Precipitación eficaz. Eficiencia: Pérdidas. Pérdidas por conducción y aplicación. Pérdidas por manejo del sistema. Necesidad en agua para riego: Relación de la cantidad de agua requerida por los cultivos. Uso Consuntivo. Determinación de la necesidad en agua de riego. Balance hidrológico por cultivo. Dotación. Unidades de medida. Caudal ficticio continuo. Operación del riego: Relación dosis/dotación. Frecuencia del riego. Superficie factible de ser regada. Aplicación Software Cropwat 8.

Unidad III

Clasificación de los métodos de riego - Métodos de riego por gravedad: Clasificación de los métodos de riego. Métodos de riego por gravedad. Interpretación hidráulica del riego por gravedad. Sistema de distribución y aplicación de agua. Riego por surcos: funcionamiento, cálculo y construcción. Riego con mangas. Riego por melgas o parcelas bordeadas. Dimensionamiento y recomendaciones para la construcción de melgas. Análisis de la eficiencia de aplicación del agua. Evaluación del método.

Unidad IV

Métodos de riego por aspersión: Sistemas fijos de riego por aspersión. Sistemas móviles de riego por aspersión con movimiento continuo y periódico. Enrolladores de mangueras y cables. Equipos de avance frontal. Equipos de pivote central. Principios hidráulicos del aspersor giratorio. Cañones Viajeros.



Unidad V

Sistemas de riego localizado: Descripción y funcionamiento del riego por goteo. El cabezal de riego o centro de control. Equipos de filtrado y unidad de fertilización. Equipos de medición y control del riego por goteo. Tipos de goteros. Microaspersores y microjets. Cintas de riego. Criterios de diseño y selección de equipos de riego localizado. Instalación del sistema de riego localizado. Manejo, control y mantenimiento del sistema de riego localizado.

Unidad VI

Calidad del agua de riego: Problemas de salinidad y sodicidad. Efectos sobre el rendimiento y soluciones propuestas. Problemas de permeabilidad y soluciones propuestas. Toxicidad iónica específica. Dictamen de la calidad del agua para riego

Unidad VII

Dispositivos e instrumentos para monitoreo y operación de riego. Instrumental para el monitoreo del riego. Tanques. Sensores Aforadores. Sifones. Estructuras básicas en la operación del riego.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Asistencia al 80% de las clases teóricas y prácticas. Aprobación de los casos prácticos de riego.

5. Bibliografía básica

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D. ; Smith, M. (1998) "Crop evapotranspiration – Guidelines for computing water requirements – FAO Irrigation and Drainage N° 56. FAO, Roma.
- Custodio y Llamas. (1976) "Hidrología subterránea". Ed. Omega. Barcelona. España
- Chambouleyron. J.L (1980) "Riego y drenaje" .Ed. Acme. Bs.As.
- Chambouleyron (1990) "Hidrología Agrícola". Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- Doorembos y Kassan (1980) "Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos" Estudios FAO Riego y Drenaje N° 33.
- Doorembos y Pruitt.(1976) "Las necesidades de agua de los cultivos". Estudio FAO Riego y Drenaje N° 24. F.A.O. Roma.
- Hidalgo Granados A.(1971) "Métodos modernos de riego por superficie". Ed. Aguilar.Madrid.
- INTA .(1966) "Riego y Drenaje". Ed. INTA.
- INTA (1996) "Métodos de Riego". Módulos del curso a distancia.
- Israelsen y Hansen .(1989) "Principios y aplicaciones del riego". Ed. Reverté.
- Luque y Paoloni. (1981)"Hidrología agrícola aplicada". Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Laboratorio de salinidad de los EUA. (1977)"Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos". Ed. Limusa. México.
- Smith, Martín (1993) CROPWAT. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 46. FAO. Roma.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 40 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 20 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 59 de 86



(DI01) MECÁNICA DE FLUIDOS

1. Objetivos

El curso está orientado a proveer una base común en transferencia de cantidad de movimiento para alumnos provenientes de distintas carreras de Ingeniería. El núcleo del curso reside en el estudio de flujos de fluidos Newtonianos. La ecuación de Navier-Stokes es analizada en detalle; en particular, los casos límite de bajos y altos números de Reynolds que se traducen en flujos reptantes por un lado, y por el otro, en flujo potencial (solución externa) y capa límite (solución interna). Se enfatizan los principios gobernantes más que la práctica ingenieril; sin embargo, también se hace uso de balances macroscópicos para obtener soluciones aproximadas

2. Programa Sintético

Introducción. Vectores, tensores y elementos de cálculo vectorial. Cinemática. Principios de la mecánica. Sistemas no inerciales. Estática de fluidos. Tensión superficial. Ecuaciones de transporte. Teorema del Transporte. Ecuaciones integrales y diferenciales. Tensor de tensiones y tensor de deformaciones. Ecuación del movimiento. Fluido Newtoniano. Ecuación de Navier-Stokes. Vorticidad. Flujo irrotacional. Ecuaciones de la energía y entropía. Adimensionalización de las ecuaciones de Navier Stokes. Casos particulares y números adimensionales significativos. Flujos viscosos y flujos a altos números de Reynolds. Flujos unidireccionales. Soluciones de similaridad. Flujos cuasi-unidireccionales. Flujos alrededor de cuerpos sumergidos. Capa límite laminar. Solución de Blasius. Método de Karman y Pholhausen. Capa límite turbulenta. Ondas superficiales. Teoría de ondas de pequeña amplitud. Trayectoria de partículas. Aproximación de aguas poco profundas.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 3 (tres) trabajos prácticos, 1 (un) examen parcial y 1 (un) examen al final. Podrá recuperarse sólo uno de los exámenes.

5. Bibliografía básica

- Slattery, J.C., "Momentum, Energy and Mass Transfer in Continua", Mc Graw-Hill, 1972.
- Whitaker, S., "Introduction to Fluid Mechanics", Krieger Publishing Company, Prentice Hall, 1968.
- Batchelor, G.K., "An Introduction to Fluid Dynamics", Cambridge University Press, 1972.
- Potter M.C. y Wiggert D., "Mecánica de Fluidos", Prentice Hall, México 1998.
- Schlichting, H., "Boundary Layer Theory", 7ma. ed. McGraw-Hill, 1979.
- White, F.M., "Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill, 19

6. Carga horaria y duración

Teoría: 60 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 60 de 86



(DI02) HIDRODINÁMICA DE CUERPOS DE AGUA

1. Objetivos

El curso introduce los conceptos básicos que rigen el flujo a superficie libre en canales naturales y/o artificiales. Para ello se examinan los principios que rigen el movimiento de un fluido incompresible, empezando con las ecuaciones de Navier-Stokes hasta llegar a la simplificación de ondas largas, pasando por la promediación de Reynolds de un flujo turbulento. Parte de la teoría es acompañada con ensayos prácticos en canales de laboratorio, con el propósito de lograr una adecuada transferencia de la teoría a la práctica.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Flujos de potencial complejo. Repaso de conceptos de variable compleja; Conceptos básicos; definición potencial complejo y de la función de corriente; definición de circulación y flujo. Flujo uniforme. Flujo debido a una fuente o sumidero. Flujo por un vórtice puntual. Flujo inducido por un doblete. Flujo alrededor de un cilindro. Flujo alrededor de un cilindro con circulación. Flujo alrededor de un cilindro con un ángulo de ataque dado. Flujo alrededor de un cilindro con circulación con un ángulo de ataque dado.

Unidad II.

Breve repaso de conceptos básicos de la mecánica de fluidos: Tensores cartesianos; Cinemática de los fluidos; Teorema del transporte; Leyes de conservación; Las ecuaciones de Navier-Stokes; Escalas; Adimensionalización de las ecuaciones de movimiento; Semejanza geométrica, cinemática y dinámica; Función de corriente; Interpretación física del concepto de circulación y vorticidad; Teorema de Helmholtz; Teorema de Stokes; Ecuación de Bernoulli, Dinámica de la vorticidad 2D y 3D; Familia de flujos simples.

Unidad III.

Flujos turbulentos en canales abiertos (2D): Conceptos básicos; Ecuaciones promediadas en el sentido de Reynolds; Turbulencia isotrópica y homogénea 2D; Velocidad de corte; Distribución vertical de tensiones totales; Consideración de lechos hidrodinámicamente lisos y rugosos; Resistencia hidráulica; Concepto de longitud de mezcla; Distribución vertical del gradiente de velocidades; Ley de la pared; Viscosidad de remolino de Engelund-Hansen.

Unidad IV.

Aproximación de ondas largas: Aproximación hidrostática; Condiciones de borde; Tensor de tensiones laterales medias; Derivación del Modelo de Aguas Poco Profundas o Ecuaciones de Saint Venant; Integración en la vertical de las RANS.

Unidad V.

Opcional: Física elemental de ondas de superficie: Teoría lineal de ondas gravitacionales de pequeña amplitud; Condiciones de borde para un flujo irrotacional no viscoso; Escalas; Relación de dispersión.

Unidad VI.

Laboratorio: i) medición de la deflexión de la superficie libre de un ruido en rotación uniforme, ii) medición en canal de ensayo con ADV-Acoustic Doppler Velocimeter, iii) medición de curvas de



remanso, cálculo de la posición de la superficie libre ante la presencia de obstáculos en el lecho, cálculo con Telemac-2d.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Resolución de problemas teórico-prácticos, aprobación de 3 (tres) trabajos prácticos de laboratorio y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Batchelor GK, An Introduction to Fluid Dynamic, Cambridge Univ. Press, 1967.
- Stoker JJ, Water Waves: The Mathematical Theory with Applications, Interscience, 1957.
- Vreugdenhil CB, Numerical Methods for Shallow-water Flow, Kluwer Academic Pub., 1998.
- Witham GB, Linear and Nonlinear Waves, Interscience, 1974.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 45 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 15 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

(DI03) MATEMÁTICA APLICADA

1. Objetivos

Se pretende que el alumno conozca el comportamiento cualitativo de soluciones de ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias, como en derivadas parciales, y sea capaz de determinarlo dependiendo del tipo de ecuación (elíptica, parabólica, hiperbólica). También se pretende que el alumno se familiarice con algunos métodos analíticos de resolución, que en algunas circunstancias permiten hallar formas cerradas de las ecuaciones, y en otras permiten obtener conclusiones acerca de su comportamiento cualitativo. El programa que se propone está diseñado de modo que modelización, teoría y métodos de resolución se integren de manera balanceada en el desarrollo del curso.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Repaso de los teoremas de la divergencia y del rotor, y rudimentos de la teoría de potencial.

Unidad II.

Modelos matemáticos. Leyes de conservación. Relaciones constitutivas. Transporte. Difusión. La ecuación del calor y la de Laplace. La ecuación de ondas.

Unidad III.

Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Método de las características. Aplicaciones.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 62 de 86



Unidad IV.

La ecuación del calor. Problemas con condición inicial y condiciones de borde. Separación de variables. Principio de máximo y unicidad. Condiciones de borde independientes del tiempo. Estado estacionario. Condiciones de borde dependientes del tiempo. El Teorema de Duhamel.

Unidad V.

Series de Fourier. Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Aplicaciones a EDP en dominios infinitos.

Unidad VI.

Problema de Sturm-Liouville.

Unidad VII.

Separación de variables para ecuaciones del calor, Laplace y ondas en dimensiones superiores. Funciones especiales. Coordenadas generalizadas.

Unidad VIII.

Función de Green.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Aprobación de 2 (dos) exámenes parciales y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Pinchover, Y., Rubinstein, J., An introduction to Partial Differential Equations. Cambridge Univeristy Press, 2005
- Arfken, G.B., Weber, H.J., Mathematical Methods For Physicists, HARCOUT-Academic Press, 2001.
- Bleecker, D., Csordas, G. "Basic Partial Differential Equations", International Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- Courant, R., Hilbert, D., "Methods of Mathematical Physics", Vols I y II, John Wiley and Sons, 1953.
- Haberman, R. "Elementary Applied Partial Differential Equations", Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1998.
- Logan, J. D. "Applied Partial Differential Equations". Springer, New York, 2004.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 60 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.



(DI04) INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

1. Objetivos

Conocer las bases matemáticas del método de los elementos finitos para problemas de campos escalares (térmicos, difusión, flujo potencial) y vectoriales (ecuaciones de elasticidad), así como comprender los aspectos prácticos de programación involucrados en el mismo.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Introducción al MEF para problemas elípticos. Formulación variacional para un problema modelo unidimensional. MEF para problema modelo con funciones lineales por tramos. Estimación de error para MEF para el problema modelo. MEF para la ecuación de Poisson. Espacios de Hilbert. Interpretación geométrica del MEF. Problema de Neumann. Condiciones de borde naturales y esenciales

Unidad II.

Formulación abstracta del MEF para problemas elípticos. Problema continuo. Discretización. Estimación de error. Norma energía. Ejemplos.

Unidad III.

Algunos espacios de elementos finitos. Requerimientos de regularidad. Ejemplos de elementos finitos

Unidad IV.

Teoría de aproximación para el MEF. Estimaciones de error para problemas elípticos. Interpolación con funciones lineales por tramos en dos dimensiones. Interpolación con polinomios de grado superior. Estimaciones de error para el MEF en problemas elípticos. Regularidad de la solución exacta. Métodos adaptativos. Una estimación de error en norma L_2 .

Unidad V.

Aplicaciones para problemas elípticos. Problema de elasticidad. Problema de Stokes. Problema de flexión de placas

Unidad VI.

Elementos finitos curvos e integración numérica

Unidad VII.

MEF para problemas parabólicos. Problema modelo unidimensional. Semidiscretización en el espacio. Discretización en espacio y tiempo. Métodos de diferencias hacia atrás de Euler y Crank-Nicolson. Método de Galerkin discontinuo. Estimaciones de error, control automático del paso de tiempo y del paso espacial.

Unidad VIII.

Problemas hiperbólicos. Problema de convección-difusión. Métodos numéricos para problemas hiperbólicos. Método de Galerkin estándar. Difusión artificial clásica. Método de difusión por líneas de corriente. Método de Galerkin discontinuo. Sistemas de Friedrichs.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 64 de 86



4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de trabajos prácticos, de 1 (un) examen parcial y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. C. Johnson, Cambridge University Press (1995).
- The Finite Element Method, 5th ed, O.C.Zienkiewicz y R.L. Taylor, Butterworth-Heinemann (2000).
- The Finite Element Method, T.J.R. Hughes, Prentice-Hall Int. Editions (1987).
- Numerical Methods in Finite Element Analysis, K.J. Bathe y E.L. Wilson, Prentice-Hall (1976).

6. Carga horaria y duración

Teoría: 60 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

(DI05) ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN SERIES TEMPORALES

1. Objetivos

Brindar a los alumnos del Doctorado y la Maestría de las bases necesarias para la aplicación de métodos de análisis espacio-temporales a variables climatológicas. El curso pone énfasis en los métodos de detección de señales en series temporales y en campos espacio-temporales, como así también en el análisis de la variabilidad y predictabilidad de distintas variables.

Al mismo tiempo, el curso introduce al alumno en el manejo de bases de datos y lo obliga a modificar y adaptar programas o rutinas FORTRAN para su uso particular

2. Programa Sintético

Unidad I.

Análisis estadístico básico Introducción al MEF para problemas elípticos. Formulación variacional para un problema Análisis de aleatoriedad- Tests no paramétricos- Tests de correlación seriada- Tests de tendencias- Tests de homogeneidad- Series temporales- dominio de las frecuencias y diseño de filtros.

Unidad II.

Matrices y álgebra lineal. Operación con matrices- Propiedades de matrices- Determinantes- Desarrollo de Laplace- Espacio vectorial lineal- Ortogonalidad de matrices- Sistemas de ecuaciones lineales- y espacio vectorial- Reducción de Gauss-Jordan- Autovalores y Autovectores- Reducción de una matriz a su forma diagonal.

Unidad III.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Análisis por componentes principales (*ACP*). Datos multivariados- Individuos y variables- Formas de la matriz de entrada- Descomposición canónica- Componentes principales- Reconstrucción de datos- Aplicación a series temporales- Interpretación de los resultados del *ACP*- Rotaciones- Aplicaciones a campos acoplados- *APC* en campos compuestos espacialmente y temporalmente- *APC* extendido.

Unidad IV.

Reglas de selección. Definición de ruido- Regla de North- Muestra aleatoria- Método de Monte Carlo- Ensemble estadístico de realizaciones independientes- Aplicaciones.

Unidad V.

Método de descomposición por valores singulares (*SVD*). Matriz de covarianzas o correlaciones cruzadas - *SVD* de campos acoplados- Autovectores derechos e izquierdos- Coeficientes de expansión- Modos de variabilidad.

Unidad VI.

Análisis por correlación canónica (*CCA*). Correlación canónica de campos acoplados- Maximización de la función de correlación- Rango y ortonormalidad- correlaciones canónicas- Representación por componentes canónicas- Formulación de Hotelling.

Unidad VII.

Singular spectrum analysis (*SSA*). Formulación discreta- Matriz de autocovarianzas desplazada en el tiempo- Descomposición en funciones empíricas ortogonales- Oscilaciones y pares oscilatorios- Reconstrucción y aplicaciones de filtrado- Aplicación de Monte Carlos y significancia estadística de los modos de oscilación- Ventajas del *SSA* frente a otros métodos espectrales tradicionales- Aplicaciones.

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Aprobación de 2 (dos) exámenes parciales y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Arfken G.: Mathematical methods for physicists, Academia Press, New Cork, 1970, 815 pp.
- Byron F. W. and R. W. Fuller: Mathematical of classical and quantum physics, Vol. I, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, 1969, 310 pp.
- Cotlar M. y C. R de Sadosky: Introducción al Algebra, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 1962, 216 pág.
- Hildebrand F. B.: Métodos de la matemática aplicada, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 1973, 465 pág.
- Pearson C.E.: Handbook of applied mathematiccs, Van Nostrand Rinhold Co., New York, 1974, 1265 pp.
- Rojo A.O.: Algebra II, El Ateneo, Buenos Aires, 1973, 395 pág.
- Spiegel M. R. Matemáticas superiores para ingenieros y científicos, Serie de Compendios Schaum, McGraw Hill, México 1971, 415 pp.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 50 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 25 horas.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 66 de 86



Total: 75 horas.
Duración: 15 semanas.

(DI06) CICLOS AMBIENTALES GLOBALES

1. Objetivos

Que el alumno comprenda los fenómenos y procesos de escala global que determinan el estado y evolución del planeta. Abordar el estudio del planeta Tierra desde un enfoque integrador que permita apreciar la dinámica planetaria como un sistema altamente complejo, no estático y de pseudo-equilibrio delicado. Proporcionar herramientas para el estudio de ciclos globales de relevancia ambiental, entre ellos, los ciclos del agua, del carbono, nitrógeno, azufre y fósforo. Indagar sobre las reacciones y procesos de transferencia interna y externa entre los compartimentos ambientales (hidrósfera, litósfera, atmósfera, biósfera, antropósfera). Analizar y comprender el cambio climático global y detectar la influencia de actividades humanas a escala planetaria.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Fundamentos: Introducción. Fundamentos. Definiciones. El Sistema Tierra. Geo-esferas. Ciclos en Biogeoquímica. Modelos de ciclos BGQ. Orígenes y evolución: elementos, Sistema Solar, la Tierra; historia Planetaria comparada Origen de la atmosfera y océanos. Origen y evolución de la vida en la Tierra. Co-evolución. Modelado de ciclos BGQ: escalas de tiempo, flujos y stocks, transferencia y acoplamiento. Termodinámica, procesos de transporte. Equilibrio y reacciones en sistemas naturales.

Unidad II.

Atmósfera, litósfera e hidrósfera: La Atmósfera: composición, estructura vertical, circulación general. Transporte y dispersión. Balance radiativo. Reacciones BGQ en Troposfera. Reacciones BGQ en Estratósfera. La capa de Ozono. Modelos atmosféricos y cambio climático. La Litosfera. Estructura interna del planeta. Composición. Procesos y reacciones. Procesos tectónicos. Erosión. Intemperismo. Formación de suelos. Reacciones y transporte en suelos. Interacción con Atmósfera e Hidrósfera. La Hidrósfera. Océanos: composición, circulación general. Diagénesis. Reacciones minerales y biológicas. Sedimentos marinos: paleoregistros biogeoquímicos. Aguas dulces: biogeoquímica de humedales, lagos y ríos. Reacciones redox; productividad primaria. Transporte y ciclado de nutrientes. Transporte de sedimentos. Ciclo global del Agua. Balance global; variabilidad hidrológica. Agua y clima. Modelos del CGA. Agua y Ciclos BGQ. Influencia Antropogénica

Unidad III.

Biosfera-Reacciones biológicas: La Biosfera. El origen de la vida, evolución y diversidad. Coevolución. Fisiología vegetal. Fotosíntesis y respiración. Productividad Primaria. Organización ecológica. Destino de la NPP. Ciclado de nutrientes. Ciclos BGQ en suelos. Materia orgánica en suelos y cambio global. Reacciones biológicas. Biocatalizadores. Impacto de la vida sobre los ciclos BGQ. Biomasa global.

Unidad IV.

Ciclos globales: Ciclo Global del Carbono. Introducción. Isotopos del Carbono. Reservorios mayores. Flujos. Modelos y tendencias. Compuestos orgánicos e inorgánicos. Metano y monóxido de Carbono.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 67 de 86



Acidificación de mares. Cambio climático. Relaciones con ciclo del oxígeno. Ciclo Global del Nitrógeno. Química del Nitrógeno. Transformaciones biológicas. Fijación antropogénica de N. Química atmosférica. Óxido nitroso. Ciclo global. Reservorios y flujos. Impactos Antropogénicos. Ciclo Global del Azufre. Estados de oxidación del S. Reservorios. Ciclo atmosférico. Ciclo Global del Fósforo. Ocurrencia del P. Transferencia sub-globales de P. Reservorios y flujos.

Unidad V.

Antropósfera-Cambio climático. Integración: relaciones entre ciclos globales de carbono, nitrógeno y fósforo; dinámica del sistema; forzamientos y retroalimentación; reacciones ácido-base y óxido-reducción a escala global. Relaciones entre ciclos globales de C, N y P. Dinámica de Sistema. Forzamientos y retroalimentación. Antropósfera. Actividades económicas. Extracción de materiales y generación de desechos. Recursos energéticos. Lluvia ácida. Erosión. Producción de alimentos. Apropiación de la NPP. Agotamiento del ozono estratosférico. Eutrofización. Desechos radiactivos y espaciales. Cambio climático. Balance radiativo. Ciclos de Milankovitch, registros paleo-climáticos. Gases de efecto invernadero. Registros paleo-climáticos. Calentamiento global. Escenarios futuros. Efectos sobre la vida. Adaptación. Efectos sobre el nivel del mar. Efectos ecológicos, económicos y políticos.

Unidad VI.

Análisis por correlación canónica (CCA). Correlación canónica de campos acoplados- Maximización de la función de correlación- Rango y ortonormalidad- correlaciones canónicas- Representación por componentes canónicas- Formulación de Hotelling.

Unidad VII.

Singular spectrum analysis (SSA). Formulación discreta- Matriz de autocovarianzas desplazada en el tiempo- Descomposición en funciones empíricas ortogonales- Oscilaciones y pares oscilatorios- Reconstrucción y aplicaciones de filtrado- Aplicación de Monte Carlos y significancia estadística de los modos de oscilación- Ventajas del SSA frente a otros métodos espectrales tradicionales- Aplicaciones.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Resolución de 4 (cuatro) guías de problemas, aprobación de 2 (dos) ensayos escritos o seminarios orales y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Dodson J. (ed.), Changing Climates, Earth Systems and Society. Springer, 2010.
- Jacobson M.C., Charlson R.J., Rodhe H., Orians G.H., Earth System: Science: From Biogeochemical Cycles to Global Change. Elsevier Academic Press, 2nd Edition, 2000.
- Krapivin V.F., Varotsos C.A., Biogeochemical Cycles in Globalization and Sustainable Development. Springer, 1st Edition, 2008.
- Manahan S.E., Introducción a la Química Ambiental. Editorial Reverté – UNAM, 2007.
- Ruddiman W.F., Earth's Climate: Past and Future, W. H. Freeman Editor, 2nd edition, 2007.
- Schlesinger W.H., Bernhardt E.S., Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press, 3rd edition, 2013.
- Smith C., Environmental Physics. Taylor and Francis, 2005.
- VV. AA., Publicaciones científicas en revistas especializadas.



6. Carga horaria y duración

Teoría: 45 horas.
Coloquio y/o Práctica en el aula: 45 horas.
Total: 90 horas.
Duración: 15 semanas.

(DI07) MODELACIÓN NUMÉRICA DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA

1. Objetivos

Brindar fundamentos sólidos en hidrología subterránea con énfasis en la construcción y solución de modelos matemáticos a partir de técnicas numéricas. Se presenta un enfoque global de la modelización en hidrología subterránea, y su aplicación mediante el programa MODFLOW y su interfaz gráfica VISUALMODFLOW.

El curso se desarrolla en tres líneas paralelas: revisión exhaustiva de conceptos de hidrogeología y desarrollo de la ecuación de flujo, y su solución analítica para casos particulares; presentación de conceptos generales de modelación de acuíferos y de los principios de los métodos numéricos para la resolución de la ecuación de flujo; uso e implementación de MODFLOW.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Fundamentos físicos del flujo subterráneo. La ley de Darcy, fluido potencial y carga hidráulica. Conductividad hidráulica y permeabilidad. Concepto de heterogeneidad y anisotropía de la conductividad hidráulica. Escalas de heterogeneidad. Ejemplos. Conductividad hidráulica equivalente. Acuíferos y acuitardos. Estado estacionario y estado transitorio. Porosidad, compresibilidad y estrés efectivo. Transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Derivación de la ecuación 3D de flujo subterráneo; condiciones de borde e iniciales, fuentes y sumideros. Problemas no lineales. Hidráulica de pozos. Solución analítica de la ecuación de flujo para casos particulares. Ejemplos.

Unidad II.

Qué es un modelo? Motivación. Tipos de modelos. Escala de la modelación (modelos locales regionales). Etapas de la modelación: conceptualización, discretización, parametrización, calibración (manual-automática), análisis de sensibilidad y evaluación de la bondad de ajuste, explotación. Introducción a MODFLOW y su estructura modular. Ejemplo de aplicación.

Unidad III.

Solución numérica de la ecuación de flujo subterráneo mediante diferencias finitas. Esquemas de discretización espacial 1D, 2D y 3D y esquema temporal. Concepto de consistencia, convergencia y estabilidad. Representación numérica de las condiciones de borde físicas (Dirichlet, Neuman y Robin). Resolución de las ecuaciones discretas, revisión del método directo y del método iterativo. Representación de fuentes y sumideros. Balance. Implementación en MODFLOW. Ejemplo de aplicación.



Unidad IV.

Mecanismos de transporte. Ecuación de transporte en medios porosos saturados. Condiciones de borde e iniciales. Fuentes y sumideros. Soluciones analíticas de casos particulares. Seguimiento de partículas. Cálculo analítico e implementación en MODPATH.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Presentación de 1 (un) resumen escrito de la lectura de un artículo científico temático. Aprobación de 1 (una) monografía y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Anderson M. et al. 2015. Applied groundwater modeling, simulation of flow and advective transport. 2da edición. Elsevier.
- Fetter, C.W. 2001. Applied Hydrogeology, Prentice Hall.
- Fetter P. 2008. Contaminant Hydrogeology. Prentice Hall, 2da edición
- Freeze, R.A. and Cherry, J. 1979. Groundwater, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York.
- Fundación Centro Internacional de Hidrología subterránea. 2008. Hidrogeología. FCIHS, Barcelona, España.
- Harbaugh et. al, 2000. MODFLOW 2000, The U.S. Geological Survey Modular Ground- Water Model - user guide to modularization concepts and the ground-water flow process. USGS. Open file report 00-92.
- Zheng C. and Bennett G.D., 2002. Applied Contaminant Transport Modeling vol. 2. Wiley-Interscience, New York.
- Artículos de journals de la especialidad.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 60 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 30 horas.

Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

(DI08) PROGRAMACIÓN/COMPUTACIÓN CIENTÍFICA CON FORTRAN 95

1. Objetivos

El curso es continuación de la parte I, y en lugar de enfatizar aspectos propios del lenguaje, se orienta a cubrir tópicos y conceptos básicos de un curso de análisis numérico. Para ello se examinan la integración de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), la resolución de sistemas matriciales, y la obtención de soluciones aproximadas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDDP) que exhiben comportamientos elípticos, parabólicos e hiperbólicos

2. Programa Sintético

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina

Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar

Pag 70 de 86



Unidad I.

Motivación del Curso: Fenómenos de Transporte; Dispersión de un Poluente en un Río; Transporte de Vorticidad; Contaminación Ambiental; Transporte de Solutos en Agua Subterránea.

Unidad II.

Solución exacta de EDO de primer y segundo orden. Solución aproximada mediante la aproximación de Euler (esquema explícito e implícito). Esquemas de órdenes superiores. Estabilidad de la solución. Análisis de casos atípicos (comportamiento caótico de la solución).

Unidad III.

Resolución de Sistemas Algebraicos Lineales: Definición de matrices y vectores. Concepto de norma de una matriz. Eliminación de Gauss. Descomposición LU. Matrices Toeplitz y sistemas tridiagonales.

Unidad IV.

Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales: Clasificación de EDDP, comportamientos elípticos, parabólicos e hiperbólicos. Ecuaciones canónicas de cada tipo. Solución aproximada. Método de los Residuos Ponderados, Galerkin, Mínimos Cuadrados, Espectrales. Discretización espacial de problemas unidimensionales por Diferencias Finitas y por Elementos Finitos.

3. **Modalidad de Dictado:** Curso teórico práctico de dictado presencial

4. **Modalidad de Evaluación:** Resolución de guías de trabajos prácticos, aprobación de un examen parcial y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Golub G.H. and Van Loan C.F., Matrix Computation, The Johns Hopkins University Press, 2nd. Edition, 1989.
- Canuto, Hussaini, Quarteroni, and Zang, Spectral Methos in Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 1988.
- Ferziger and Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer 1999.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 25 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 20 horas.

Total: 45 horas.

Duración: 15 semanas.



(DI09) QUÍMICA ORGÁNICA AMBIENTAL

1. Objetivos

Se estudiarán los procesos que sufren los compuestos orgánicos en el ambiente. Se utilizarán propiedades fisicoquímicas para predecir la transferencia de compuestos entre los compartimientos ambientales (aire, agua, sedimentos y biota). Se utilizarán relaciones estructura molecular-reactividad para estimar las velocidades de transformación química, fotoquímica y bioquímica. Los modelos resultantes se combinarán para predecir concentraciones ambientales (y concentraciones biológicas relacionadas) de compuestos orgánicos naturales y generados por el hombre.

2. Programa Sintético

Unidad I.

Introducción y revisión: Clasificación de los compuestos orgánicos y revisión de sus propiedades físicas incluyendo compuestos de interés ambiental.

Unidad II.

Introducción a las interacciones moleculares que determinan las propiedades físicas que afectan la distribución de los compuestos en el ambiente. Constantes de partición: interacción molecular y consideraciones termodinámicas.

Unidad III.

Consideraciones termodinámicas. Interacciones moleculares que gobiernan la presión de vapor. Datos experimentales y métodos de predicción.

Unidad IV.

Consideraciones termodinámicas. Interpretación molecular de la energía libre de exceso de compuestos orgánicos en agua. Efecto de la temperatura, la composición de la solución y la fuerza iónica. Datos experimentales y métodos de predicción.

Unidad V.

Consideraciones termodinámicas. Datos experimentales y métodos de predicción.

Unidad VI.

Consideraciones termodinámicas. Comparación de distintos sistemas líquido orgánico-agua. Particionado n-octanol-agua. Datos experimentales y métodos de predicción.

Unidad VII.

Consideraciones termodinámicas. Estructura química y constante de acidez. Solubilidad en agua y particionado de los ácidos y bases orgánicas.

Unidad VIII.

Isotermas de sorción. Sorción de compuestos orgánicos neutros desde agua a materia orgánica sólida. Sorción de compuestos orgánicos neutros desde agua a materia orgánica disuelta. Sorción de ácidos y bases orgánicas desde agua a materia orgánica natural.

Unidad IX.

Particionado a Biomedios definidos. Bioacumulación en sistemas acuáticos. Bioacumulación en sistemas terrestres. Biomagnificación.



Unidad X.

Consideraciones termodinámicas. Aspectos cinéticos de las reacciones de transformación. Modelo de una caja o reactor bien agitado

Unidad XI.

Sustitución nucleofílica y eliminación en átomos de carbono saturado. Reacciones de hidrólisis de carboxilos y derivados de ácido de ácido carbónico. Reacciones de hidrolisis de esteres de ácido fosfórico y tiofosfórico. Efectos de las especies metálicas disueltas y superficies de óxidos minerales sobre las reacciones de hidrólisis.

Unidad XII.

Consideraciones termodinámicas de las reacciones Redox. Mecanismos de reacción y cinética de reacciones Redox

Unidad XIII.

Principios básicos de fotoquímica. Absorción de luz por compuestos orgánicos en aguas naturales. Rendimiento cuántico y velocidad de fotólisis directa. Efecto de sólidos sorbentes sobre la fotólisis directa.

Unidad XIV.

Fotólisis indirecta en aguas naturales y en la atmósfera (troposfera). Reacciones con radicales hidroxilos (OH·).

Unidad XV.

Conceptos más importantes acerca de los microorganismos. Estrategia bioquímica de los químicos orgánicos microbiológicos. Velocidad de las bioreacciones

3. Modalidad de Dictado: Curso teórico práctico de dictado presencial

4. Modalidad de Evaluación: Resolución de problemas asignados, aprobación de 2 (dos) exámenes parciales y aprobación de 1 (un) examen final.

5. Bibliografía básica

- Schwarzenbach R.P., Gschwend P.M. y Imboden D.M. Environmental Organic Chemistry (2003) Wiley- Interscience. ISBN: 0-471-35750-2
- Conjunto de artículos científicos.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 40 horas.

Coloquio y/o Práctica en el aula: 20 horas.

Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.



(DI10) VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO: ASPECTOS HIDROLÓGICOS

1. Objetivos

Brindar argumentos válidos para la aplicación de técnicas estadísticas en climatología e hidrología para generar las bases del análisis climático aplicado, aportando los fundamentos de la predicción climática.

2. Programa sintético

Investigación del desarrollo del clima. La naturaleza del estudio del clima. Las grandes controversias. Las grandes oscilaciones planetarias. Los componentes de la investigación climática. Teoría dinámica. Experimentación numérica. Análisis estadístico. Abusos del análisis estadístico en la investigación del clima. Testeos. Correlación en serie. Uso de técnicas no paramétricas. Análisis del clima observado. Introducción. Características espectrales de variables atmosféricas. Modelos climáticos estocásticos. Anomalías de la temperatura de la superficie del mar. Variabilidad de otras variables de superficie. Cambios climáticos de largo término. Simulación y predicción climática. La simulación de los tipos de tiempo y clima en los Modelos Climáticos Globales (GCMs). Comparación entre los climas simulados y observados. Validez de los resultados. Modelos de análisis. Aplicaciones. Campos de ínter comparación. Correlación seriada. Teleconexiones. Análisis de correlaciones canónicas. Aplicaciones climáticas de técnicas espectrales.

3. Modalidad de dictado

Curso teórico-práctico de dictado presencial.

4. Modalidad de evaluación

Aprobación de 1 (un) examen final escrito de 2 h de duración.

5. Bibliografía básica

- Arfken G.; 1970: Mathematical methods for physicists, Academia Press, New Cork, 815 pp.
- Byron F. W. and R. W. Fuller; 1969: Mathematical of classical and quantum physics, Vol. I, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, 310 pp.
- Chatfield, C., 1991: "The analysis of time series: an introduction ". Chapman and Hall. London.
- Cotlar M. y C. R de Sadosky; 1962: Introducción al Algebra, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 216 pág.
- Bloomfield, P., 1976: "Fourier analysis of time series: an introduction". John Wiley & Sons, New York.
- Panofki, H.A. & Brier, G.W., 1965: "Some applications of statistics to Meteorology". The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania.
- von Storch. H. & Navarra, A, 1995: "Analysis of Climate Variability". Springer, Berlin.
- von Storch. H. & Zwiers, F. W., 1998: "Statistical Analysis in Atmospheric Sciences". Cambridge University, Press. UK.
- Green P.E. and J.D. Carrol, 1978: "Analyzing multivariate data". Hinsdale, Illinois. The Dryden Press, 519 pp.
- Jackson J.E., 1991: "A user guide to Principal Components", Wiley Interciences, New York, 569 pp.



- Cuadras. C.M., 1981: Métodos de Análisis Multivariado. EUNIBAR, Barcelona. 642 pp.
- Vautard R. and M. Ghill, 1989: "Singular spectrum analysis in nonlinear dynamics with applications to paleoclimatic time series". Physica D, 35, 395-424.
- Ghill, M. and Vautard, R., 1991: "Interdecadal oscillations and the warming trend in global temperature time series". Nature, 350, 324-327.
- Vautard, R., P.Yiou and M. Ghill, 1992: "Singular spectrum analysis: A toolkit for short, noisy chaotic signals". Physica D, 58, 95-126.
- Plaut, G. and R. Vautard, 1994: "Spells of low-frequency oscillations and weather regimes in the Northern hemisphere". J. Atmos. Sci., 51, 210-236.
- Wang, X.L. and H. Cho, 1997: "Spatial-temporal structures of trend and oscillatory variabilities of precipitation over Northern Eurasia. J. Climate. 10. 2285-2298.
- Preisendorfer, R. and Mobley C., 1988: "Principal component analysis in Meteorology and Oceanography". Elsevier, Amsterdam, 425 pp.
- Björnsson, H. and Venegas S.A., 1997: "A manual for EOF and SVD analysis of climate data". McGill University, 52 pp.
- Venegas, S.A., 2001: "Statistical methods for signals detection in climate". University of Copenhagen, Denmark. 95 pp.
- Hildebrand F. B.; 1973: Métodos de la matemática aplicada, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 465 pág.
- Pearson C.E.; 1974: Handbook of applied mathematics, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1265 pp.
- Philander S. G.; 1989: El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation, Academic Press, San diego, New York.293 pp.
- Trenberth K. E.; 1992: Climate System Modeling, Cambridge University Press, London, UK. 788 pp.
- Henderson-Sellers A. and McGuffie K.; 1987: Introducción a los Modelos Climáticos, Omega, Barcelona, 231 pp.

6. Carga horaria y duración

Teoría: 40 h

Coloquio y/o Práctica en aula o laboratorio: 20 h.

Total: 60 h.

Duración: 15 semanas.



ANEXO II

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

REGLAMENTO DE LA CARRERA

ARTÍCULO 1: ORGANIZACIÓN Y OBJETIVO GENERAL

La Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos es una maestría académica, presencial y semi-estructurada, con sede en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH).

El objetivo general de la Carrera es proporcionar una formación superior en Ingeniería de los Recursos Hídricos, profundizando en el desarrollo teórico y tecnológico-profesional para la investigación y el estado de conocimiento de la disciplina.

La Universidad Nacional del Litoral (UNL) otorgará el grado académico de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos, sin incumbencia profesional, a aquellos alumnos que aprueben el Plan de Estudios especificado en el presente Reglamento.

ARTÍCULO 2: CUERPO ACADÉMICO

El Cuerpo Académico de la Maestría estará conformado por los miembros del Comité Académico, el Director y Codirector de la Carrera, el Cuerpo Docente y los Directores y Codirectores de Tesis.

Sus integrantes deben ser docentes-investigadores que posean como mínimo un grado académico equivalente al ofrecido por la Carrera y una formación disciplinar acorde con el objetivo de la misma.

En casos excepcionales, la ausencia de título de posgrado podrá reemplazarse con una formación equivalente, demostrada a través de una sobresaliente trayectoria como docente-investigador o como profesional en áreas disciplinares afines a la Carrera.

2.1 Comité Académico

El Comité Académico de la Carrera será el máximo órgano académico de la misma. Para su funcionamiento, contará con el apoyo de la Secretaría de Posgrado y del Departamento Alumnado de la FICH.

Los objetivos, integración, funciones y funcionamiento del Comité Académico se regirán de acuerdo al reglamento específico que acompaña el presente Reglamento.

2.2 Director y Codirector de Carrera

El Comité Académico elegirá entre sus miembros un Director y un Codirector de Carrera, los que serán propuestos para su designación ante el Consejo Directivo de la FICH.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



El Director tendrá como misión coordinar la ejecución académico-administrativa de las actividades de la Carrera y deberá elevar al Consejo Directivo un informe anual acerca del desarrollo de las tareas llevadas a cabo.

El Codirector colaborará con el Director en la realización de estas actividades y lo reemplazará en caso de ausencia.

2.3 Cuerpo Docente

El cuerpo docente de la Carrera estará integrado por profesores estables y profesores visitantes.

- a) *Profesores estables*: son aquellos que forman parte de la planta docente de la UNL y los que, provenientes de otras instituciones, tengan funciones tales como el dictado y evaluación de cursos, seminarios y/o talleres, dirección o codirección de Tesis y participación en proyectos de investigación. En el caso de profesores estables provenientes de otras instituciones, deberá ser posible comprobar su dedicación, así como conocer los mecanismos de interacción con los demás docentes, el Comité Académico y los alumnos. Los docentes estables deberán constituir por lo menos el cincuenta por ciento (50%) del total de docentes de la Carrera.
- b) *Profesores visitantes*: son docentes invitados que eventualmente participan de una actividad académica de la carrera.

2.4 Director y Codirector de Tesis

El alumno deberá proponer al Decano de la FICH la designación de un Director de Tesis, y eventualmente de un Codirector, al momento de solicitar su admisión a la carrera o al presentar a evaluación su Propuesta de Tesis.

El Director y Codirector de Tesis deberán reunir las condiciones establecidas en el Artículo 2 del presente Reglamento. Además, deberán acreditar antecedentes en el campo disciplinar de la Tesis y en formación de recursos humanos. Serán designados por el Decano de la FICH, a sugerencia del Comité Académico.

El Director de Tesis tendrá las siguientes funciones y obligaciones:

- a) Orientar y supervisar al alumno. Hasta tanto el Director sea designado, estas funciones estarán a cargo del Comité Académico.
- b) Elaborar la Propuesta de Tesis con el alumno.
- c) Proponer los cursos optativos de formación específica más adecuados para apoyar el trabajo de Tesis.
- d) Dirigir el trabajo de Tesis y facilitar, dentro de sus posibilidades, los medios para el desarrollo de las tareas previstas.
- e) Avalar todas las presentaciones que el alumno realice durante el desarrollo de las actividades, tales como solicitudes de reconocimiento de Unidades de Crédito Académico (UCAs), evaluación de la Propuesta de Tesis y otras.
- f) Solicitar al Comité Académico la evaluación de la Tesis y la conformación de un Jurado a tal efecto.

El Director de Tesis podrá dirigir en forma simultánea hasta un máximo de cuatro (4) Tesis que se desarrollen en el ámbito de las diferentes carreras de posgrado de la UNL, salvo excepción debidamente justificada.



Durante el desarrollo de la Carrera, el alumno podrá solicitar al Comité Académico un cambio de Director y/o Codirector de Tesis, fundamentando debidamente la solicitud.

Cuando un Director de Tesis no pertenezca al cuerpo docente de la UNL, el alumno deberá proponer un Codirector de esta Institución. Asimismo, cuando una Propuesta de Tesis contemple el desarrollo de más de una disciplina principal, podrá proponer un Codirector de Tesis, especialista en la segunda disciplina principal.

ARTÍCULO 3: PLAN DE ESTUDIOS

Las actividades académicas requeridas para la obtención del grado de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos incluirán: la aprobación de cursos y el desarrollo y aprobación de la Tesis de Maestría.

El alumno deberá acreditar al menos setecientas (700) horas reloj en sus actividades académicas. Un mínimo de quinientos cuarenta (540) horas, equivalentes a treinta y seis (36) UCAs, deberán acreditarse a través de cursos, seminarios y otras actividades académicas que sean reconocidas por el Comité Académico. La carga horaria restante (160 horas), hasta completar el total requerido, será reconocida por la aprobación de la Tesis. Una UCA corresponde a quince (15) horas reloj de actividades académicas, correspondientes a clases teóricas, prácticas, seminarios, talleres, trabajos prácticos de campo y gabinete, u otras tareas incluidas en el plan de estudios.

3.1. Cursos

3.1.a. Cursos dictados en el marco de la Carrera

Los cursos serán de dos tipos:

Cursos de formación básica: son cursos obligatorios comunes para todos los alumnos de la Carrera, destinados a brindar los elementos sustanciales del conocimiento de la disciplina. Estos cursos cubren veinticuatro (24) UCAs.

Cursos de formación específica: son cursos optativos destinados a profundizar conocimientos en temáticas específicas, para apoyar el desarrollo de la Tesis. El alumno seleccionará cursos de este tipo, con el aval de su Director de Tesis, dentro de la oferta de cursos dictados en el marco de esta Carrera.

El Consejo Directivo aprobará anualmente los cursos a dictarse en el marco de la Carrera y asignará las correspondientes UCAs, a recomendación del Comité Académico. Las propuestas de cursos deberán incluir: título del curso, objetivos, programa sintético, bibliografía, modalidad de dictado, carga horaria, duración del dictado, sistema de evaluación, cuerpo docente, currículum vitae del cuerpo docente, conocimientos previos requeridos y cronograma de dictado.

Los cursos deberán tener un examen final y la duración del dictado no será mayor de quince (15) semanas. El dictado y examen final de los cursos se realizará dentro de los plazos establecidos para ese período por el calendario académico de la institución, pudiéndose realizar evaluaciones parciales durante el desarrollo de los mismos.



Si el alumno obtiene una calificación insuficiente en el examen final, podrá presentarse a una segunda y última evaluación.

Las calificaciones de los exámenes se establecerán de acuerdo a la escala vigente en la UNL.

3.1.b. Otros Cursos

El alumno podrá solicitar al Decano de la FICH, con el aval de su Director de Tesis, el reconocimiento de otros cursos y actividades de posgrado realizadas fuera del ámbito de la UNL o dentro de la Institución, durante el desarrollo de la carrera o con anterioridad a la admisión a la misma, dentro del plazo máximo que fije el Comité Académico. Podrán ser reconocidas hasta un máximo de diez (10) UCAs por otros cursos y actividades de posgrado realizadas por el alumno,

Los cursos deberán reunir las mismas condiciones exigidas a los cursos dictados en el marco de la Carrera y sus temáticas deberán ser afines a ésta.

El reconocimiento de UCAs deberá ser aprobado por el Decano, a recomendación del Comité Académico.

3.2. Propuesta y Seminario de Tesis

La Propuesta de Tesis consistirá en una planificación de las tareas de investigación para el desarrollo de la Tesis.

La presentación y evaluación de la Propuesta se regirá de acuerdo al procedimiento establecido en el Artículo 7 de este Reglamento.

Una vez aprobada la Propuesta, el alumno deberá realizar un Seminario de Tesis. Esta actividad comenzará con una exposición oral y pública de la Propuesta, con una duración máxima de treinta (30) minutos. Esta actividad habilitará el inicio del desarrollo de la Tesis y acreditará cuatro (4) UCAs.

3.3. Tesis de Maestría

La Tesis consistirá en un trabajo de investigación individual, orientado a la evaluación, uso, control, gestión y/o protección de recursos hídricos. Deberá contar con los elementos y estructura metodológica propios de un proyecto de investigación e incluir la aplicación de metodologías avanzadas. Podrá consistir en un desarrollo tecnológico o en una aplicación innovadora de una metodología o procedimiento. Podrá tener un carácter teórico o experimental. Sus resultados deberán significar una contribución al conocimiento en el campo de la ingeniería de los recursos hídricos.

La presentación y evaluación de la Tesis se regirá de acuerdo al procedimiento establecido en el Artículo 8 de este Reglamento.

ARTÍCULO 4: INSCRIPCIÓN Y ADMISIÓN A LA CARRERA

4.1. Inscripción

Los postulantes deberán presentar la documentación establecida por las normas vigentes de la UNL, a la cual se sumarán el formulario de solicitud de admisión a la Carrera, certificado analítico de los



estudios universitarios de grado (incluyendo los insuficientes), breve curriculum vitae y toda otra documentación requerida en el correspondiente instructivo.

4.2. Admisión

Los postulantes deberán poseer título de grado universitario (Ingeniero, Licenciado o similar respecto a las incumbencias profesionales y a la duración de los estudios) en un área disciplinar afín a la de la carrera, otorgado por Universidades argentinas o extranjeras reconocidas por las autoridades competentes, poseer conocimientos de idioma inglés y reunir todos los requisitos de inscripción exigidos para la Carrera. El Decano aprobará la admisión del postulante, a propuesta del Comité Académico.

Excepcionalmente, y en concordancia con lo expresado en el artículo 39 bis de la Ley Nacional de Educación Superior, se podrá habilitar la inscripción de postulantes que carezcan de título de grado pero cumplan con los siguientes requisitos adicionales:

- a) el postulante deberá acreditar haber desarrollado actividades laborales y/o académicas que resulten calificadas por el Comité Académico como válidas para el perfil de la Carrera;
- b) el postulante deberá aprobar una evaluación de suficiencia implementada por el Comité Académico;
- c) si el Comité Académico lo considera necesario, el postulante deberá aprobar cursos de grado universitario en temáticas afines a la Carrera. El cumplimiento de estos requisitos será certificado por la Secretaría de Posgrado. En caso de que el postulante satisfaga la totalidad de los requisitos adicionales, el Comité Académico elaborará un acta explicitando y fundamentando todos los elementos de juicio considerados y recomendará al Decano la admisión de aquél, en carácter de excepción.

ARTÍCULO 5: PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plazo efectivo máximo para la aprobación de la Tesis será de cuatro (4) años a partir de la fecha de admisión a la Carrera.

ARTÍCULO 6: BAJA Y READMISIÓN A LA CARRERA

6.1 Baja

En caso de que el alumno se encuentre imposibilitado de desarrollar normalmente las actividades de la Carrera, podrá solicitar su baja a la Carrera, fundamentando el pedido.

La baja será aprobada por el Decano, a propuesta del Comité Académico. A partir de la fecha de aprobación, se suspenderán los plazos de ejecución del Plan de Estudios.

6.2 Readmisión

Si las causas que dieron origen a la baja fueran superadas, el postulante podrá solicitar su readmisión a la Carrera, fundamentando el pedido.

La readmisión será aprobada por el Decano, a propuesta del Comité Académico. A partir de la fecha de aprobación, comenzarán a correr nuevamente los plazos de ejecución del Plan de Estudios.



El plazo total de baja no deberá superar dos (2) años.

ARTÍCULO 7: PRESENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE TESIS

7.1. Presentación

Una vez aprobada la totalidad de los cursos de formación básica, el alumno presentará a evaluación ante el Comité Académico su Propuesta de Tesis, con el aval de su Director y codirector, en caso que corresponda. A tal efecto, presentará una (1) copia de la Propuesta en soporte papel anillada y una (1) copia en soporte digital.

7.2. Contenido y formato

La Propuesta deberá incluir el siguiente contenido: título de la Tesis, una introducción que incluya una descripción de la problemática, la motivación de la investigación y la hipótesis de partida, antecedentes y marco teórico, objetivos, metodología, plan de trabajo, cronograma de tareas, lugar de desarrollo de la Tesis, resultados esperados, recursos disponibles y referencias bibliográficas.

El documento no deberá superar las doce (12) páginas de extensión, en el formato que establezca la Secretaría de Posgrado.

7.3. Jurado Evaluador

El Comité Académico designará el Jurado Evaluador de la Propuesta. Dicho Jurado estará conformado por al menos tres (3) miembros. Sus integrantes deberán ser profesores o investigadores de reconocido prestigio en el área de especialidad de la Tesis y satisfacer los mismos requisitos establecidos para los Directores de Tesis.

7.4. Evaluación

Cada integrante del Jurado recibirá una copia de la Propuesta, la evaluará y emitirá un dictamen individual y fundado, dentro de los treinta (30) días de recibida la misma. Por mayoría simple de votos de los integrantes del Jurado, la Propuesta podrá resultar: a) aceptada sin modificaciones o con modificaciones menores, b) devuelta para modificación o complementación, y c) rechazada.

En caso de una mayoría de votos de aceptación, el Comité Académico recomendará al Decano la aprobación de la Propuesta de Tesis.

Si la Propuesta es devuelta para modificación o complementación, el alumno deberá efectuar una nueva presentación de la misma, dentro de los sesenta (60) días de conocido el dictamen, salvo excepción debidamente fundada. En caso de que no se realice esta presentación, se considerará a la Propuesta como rechazada.

Si la Propuesta es rechazada, el alumno podrá efectuar la presentación de una nueva propuesta de tesis a partir de los noventa (90) días de conocido el dictamen. El resultado de esta nueva evaluación será definitivo.

Una vez aprobada la Propuesta de Tesis, el alumno deberá presentar la versión final al Comité Académico, quien la elevará al Decano para su aprobación.



7.5. Condiciones de aceptabilidad

Para que la Propuesta sea aceptada, deberá satisfacer los siguientes requisitos:

- a) El tema de Tesis deberá ser pertinente.
- b) La Propuesta deberá tener consistencia teórica y metodológica.
- c) La Propuesta deberá tener factibilidad de ejecución. El desarrollo de la investigación deberá ser factible, de acuerdo a una probada disponibilidad de recursos humanos, materiales, económicos, de información y otros.

ARTÍCULO 8: PRESENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA TESIS

8.1. Presentación

Cuando el grado de desarrollo de la Tesis lo justifique, el Director y Codirector de Tesis, si correspondiere, solicitarán al Comité Académico la evaluación de la misma y la conformación de un Jurado a tal efecto.

Se deberá adjuntar a la solicitud: a) un certificado de la Secretaría de Posgrado en el que conste que el alumno tiene acreditadas al menos treinta y seis (36) UCAs por cursos, seminarios y otras actividades de esa índole reconocidas por el Comité Académico, b) tres (3) copias del manuscrito de Tesis en soporte papel y c) una (1) copia en soporte digital.

8.2. Contenido y formato del manuscrito de Tesis

El manuscrito de Tesis deberá incluir, al menos, el siguiente contenido: título, índice general, índices de figuras y de tablas, resumen en español e inglés, texto principal de la Tesis y referencias bibliográficas.

El texto principal de la Tesis deberá incluir toda la documentación necesaria para una cabal comprensión del problema y de los desarrollos efectuados para dar solución al mismo. Deberá contar, al menos, con una introducción, objetivos, estado del arte, metodología, resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones. El documento deberá elaborarse en el formato que establezca la Secretaría de Posgrado.

8.3. Jurado Evaluador

El Consejo Directivo designará, a propuesta del Comité Académico, el Jurado Evaluador de la Tesis. Dicho Jurado estará integrado por tres (3) miembros titulares y dos (2) suplentes. Los integrantes del Jurado deberán ser profesores o investigadores de reconocido prestigio en el área de especialidad de la Tesis y satisfacer los mismos requerimientos establecidos para los Directores de Tesis. Al menos uno (1) de los miembros titulares deberá ser externo a la UNL.

La recusación y excusación de miembros del Jurado se ajustará a lo establecido por el Reglamento de Concurso de Profesores Ordinarios de la UNL.

Si como resultado de la Defensa los miembros del Jurado recomendaran correcciones adicionales al manuscrito de Tesis, el alumno deberá realizarlas y presentar la versión final, con el aval de su Director y Codirector, si correspondiere, dentro de los treinta (30) días posteriores a dicho acto. El



Jurado podrá reservarse el derecho de constatar la realización de las modificaciones si lo considera necesario

ARTÍCULO 9: SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

El Comité Académico realizará un seguimiento periódico de las actividades académicas de los alumnos. Al inicio de cada año académico, los alumnos deberán presentar al Comité Académico un informe de las actividades desarrolladas durante el último año, completando un formulario elaborado al efecto por la Secretaría de Posgrado. El informe deberá contar con el aval del Director de Tesis, si estuviera designado. El Comité Académico evaluará anualmente el desempeño académico de cada alumno y lo calificará como "Satisfactorio" o "No satisfactorio". Ante una calificación "No Satisfactorio", promoverá una entrevista con el alumno y su Director, con el objeto de regularizar la situación.

El Comité Académico realizará un seguimiento periódico de las actividades académicas de los docentes. Al finalizar cada cuatrimestre, los alumnos deberán presentar al Comité Académico una encuesta anónima sobre cada asignatura cursada, completando un formulario elaborado al efecto por la Secretaría de Posgrado. Por medio de la encuesta, el alumno emitirá opinión sobre aspectos académicos y organizacionales del curso, desempeño de los docentes y su propio desempeño. El Comité Académico evaluará los resultados de las encuestas y, en caso de detectar algún aspecto irregular en un curso, entrevistará al docente responsable con el objeto de regularizar la situación.

El Comité Académico, a través de la Secretaría de Posgrado, realizará un seguimiento periódico de las actividades laborales de los graduados. Por medio de consultas a los mismos se recabará información sobre el lugar de trabajo, posición laboral, actividades en docencia, investigación y extensión, en formación de recursos humanos y trabajos profesionales relevantes relacionados con la disciplina. Este seguimiento permitirá evaluar los impactos de la Carrera sobre la región en aspectos académicos, de investigación y profesionales.

ARTÍCULO 10: REQUISITOS DE PERMANENCIA

Para conservar la condición de alumno de la carrera, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Efectuar la inscripción anual obligatoria a la carrera.
- b) Obtener al menos una (1) calificación "Satisfactorio" en las dos (2) últimas evaluaciones anuales de desempeño académico.
- c) Aprobar la Tesis dentro del plazo de cuatro (4) años a partir de la fecha de admisión.
- d) No adeudar pagos de aranceles, en el caso de alumnos no exceptuados del pago.

Si alguno de estos requisitos no se cumpliera, el alumno será dado de baja por el Decano, a recomendación del Comité Académico.

ARTÍCULO 11: OTORGAMIENTO DEL GRADO DE MAGÍSTER

Cumplidos todos los requisitos del Plan de Estudios establecidos en este Reglamento, el Consejo Directivo avalará la actuación del Jurado Evaluador de Tesis y dará por finalizados los estudios del alumno, a solicitud de la Secretaría de Posgrado. Esta solicitud estará condicionada a que el alumno presente en la Secretaría de Posgrado dos (2) copias encuadernadas y una (1) copia en soporte digital de la versión final del manuscrito de Tesis.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Una vez formalizada la finalización de estudios, el alumno podrá solicitar su diploma en el Departamento Alumnado. La emisión del título de Magíster estará condicionada a que el alumno: a) presente la documentación requerida por el Departamento Alumnado para dicho trámite, b) cumplimente la entrega de la Tesis en versión digital a la Biblioteca Digital de la UNL. Como consecuencia de este trámite, el Consejo Directivo otorgará el certificado habilitante para que la UNL expida el título de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos.

ARTÍCULO 12: ARANCELES DE LA CARRERA

Los aranceles de la Carrera serán establecidos al comienzo de cada año por el Consejo Directivo, a propuesta del Comité Académico. El cobro de los mismos, se regulará de acuerdo a los procedimientos administrativos que prevé la UNL para la realización de Servicios Educativos a Terceros.

Los docentes de la UNL o becarios de la UNL, CONICET o ANPCyT que se postulen para ingresar a la Carrera, podrán solicitar la exención del pago de aranceles. Los docentes de la UNL que sean exceptuados del pago de aranceles quedarán sujetos al Reglamento de Becas de Posgrado de la FICH.

ARTÍCULO 13: PRECEDENCIAS

La aprobación de este Reglamento deja sin efecto todas las normas reglamentarias que se hayan dictado con anterioridad al mismo.

El Reglamento General de Cuarto Nivel de la UNL tiene precedencia sobre el presente Reglamento.

Toda situación no prevista en el Reglamento General de Cuarto Nivel de la UNL y en el presente Reglamento será resuelta por el Consejo Directivo a propuesta del Comité Académico.



ANEXO III

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

REGLAMENTO DEL COMITÉ ACADÉMICO

ARTÍCULO 1: OBJETIVOS

El Comité Académico de la Carrera entenderá en todos los aspectos académicos y científicos de la Carrera, propendiendo a su adecuado desarrollo y a un nivel de excelencia.

ARTÍCULO 2: INTEGRACIÓN

El Comité Académico estará constituido por cinco (5) miembros. Éstos deberán ser docentes-investigadores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH), con una formación equivalente o superior a la de Magíster y con una reconocida trayectoria en disciplinas afines a la Carrera.

ARTÍCULO 3: DESIGNACIÓN Y REEMPLAZO DE SUS MIEMBROS

Los miembros serán designados por el Consejo Directivo de la FICH, a propuesta del Decano de esta Institución.

Las designaciones serán por un período de dos (2) años, pudiendo los miembros ser designados en hasta cuatro (4) períodos consecutivos.

En caso de licencia de un miembro, que implique su ausencia a las reuniones del Comité Académico por un período continuo de más de tres (3) meses, el Consejo Directivo podrá designar un reemplazante por dicho período.

En caso de que un miembro incumpla sus funciones o no asista a más de la mitad de las reuniones del Comité Académico en un (1) año académico, el Consejo Directivo podrá dejar sin efecto su designación. Si esto ocurre, el Consejo Directivo designará un reemplazante por el resto del período del miembro removido. De este modo, cada dos (2) años se procederá a la designación de la totalidad de los miembros del Comité Académico.

ARTÍCULO 4: FUNCIONES

Serán funciones del Comité Académico emitir opinión y/o efectuar recomendaciones al Consejo Directivo respecto a:

- a) La admisión, baja y readmisión de alumnos a la Carrera.
- b) La aprobación de cursos propuestos a ser dictados en el marco de la Carrera, así como la asignación de las Unidades de Crédito Académico (UCAs) correspondientes.
- c) El reconocimiento de UCAs por cursos aprobados fuera del marco de la Carrera o con anterioridad a la fecha de admisión a la misma.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Hídricas

Consejo Directivo

Ciudad Universitaria – C.C. 217
Ruta Nacional N° 168 – Km 472,4
(3000) Santa Fe – Argentina
Tel: (54)(0342) 4575 233 / 245 / 246 – int. 213
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



- d) El rendimiento académico de los alumnos, para lo cual realizará un seguimiento periódico de las actividades de los mismos.
- e) La designación de Directores y Codirectores de Tesis.
- f) La aprobación de informes finales de tutorías y tareas de investigación.
- g) La aprobación de Propuestas de Tesis.
- h) La designación de los miembros de Jurados Evaluadores de Tesis.
- i) Mecanismos para la difusión, administración y desarrollo de la Carrera.
- j) Cualquier otro tema académico o científico no contemplado en los ítems anteriores y que esté relacionado con actividades de la Carrera.

ARTÍCULO 5: FUNCIONAMIENTO

El Comité Académico se reunirá durante cada año académico, con una frecuencia mínima de una (1) reunión por mes.

Las reuniones serán convocadas por la Secretaría de Posgrado de la FICH. La fecha y hora de cada reunión deberá ser notificada fehacientemente a la totalidad de los miembros, con al menos cuarenta y ocho (48) horas de anticipación.

El quórum para el funcionamiento del Comité Académico será de tres (3) miembros. Para cada reunión, la Secretaría de Posgrado elaborará un Orden del Día con los temas a tratar, que será informado a los miembros presentes al inicio de la sesión.

Las mociones se aprobarán por mayoría simple de votos afirmativos. En caso de empate, la decisión quedará a cargo del Director de Carrera o, en su ausencia, del Codirector.

Las resoluciones tomadas por el Comité Académico en cada reunión se asentarán en un Acta. Las mociones rechazadas por votación podrán constar en el Acta, si así lo solicitan sus proponentes. La totalidad de los miembros presentes avalarán el Acta, firmando al pie de la misma.