



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0057645/2010

VISTO:

La solicitud de aprobación de las autoridades de la Carrera de Especialización en Hidráulica y la Adecuación Curricular de la misma, efectuada por la Dra. Ing. Teresa REYNA;

Las Res. N° 61-HCD-2009. N° 165-HCS-2009, N° 815-HCD-09, N° 160-HCS-10 N° 1095-HCD-2010; y

CONSIDERANDO:

Que por resoluciones 165-H.C.S.-2009 y N° 61-H.C.D.-2009 (fs 274 a 331) se aprobó la creación de la Carrera de Especialización en Hidráulica, el Reglamento de la misma, el Plan de Estudios y la solicitud de acreditación;

Que no es facultad del H. Consejo Directivo aprobar solicitudes de acreditación, por lo que corresponde modificar la Resolución N° 61-H.C.D.-2009 y elevar las actuaciones al H. Consejo Superior, para que de considerarlo pertinente, se adecue la Resolución N° 165-H.C.S.-2009;

Que la Carrera de Especialización en Hidráulica se encuentra actualmente en proceso de acreditación y de acuerdo a lo solicitado por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), corresponde adecuar el Plan de Estudios reduciendo la carga horaria del mismo;

Que por Resolución N° 1095-H.C.D.-2010 (fs 178-212) se designan las autoridades de la Carrera de Especialización en Hidráulica y se aprueban los Programas Analíticos de las asignaturas de la carrera;

Lo informado y solicitado por la Subsecretaría de Posgrado de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad Nacional de Córdoba (fs 216-217), en relación a los programas aprobados por la Resolución N° 1095-H.C.D.-2010. Se observa que se ha modificado la carga horaria de la carrera, y que en consecuencia, dichos programas deben aprobarse en el marco de una Modificación del Plan de Estudios y elaborar un Texto Ordenado que recupere los fundamentos de la carrera y señale claramente cuál es la carga horaria definitiva prevista y quiénes son los docentes a cargo del dictado de las asignaturas;





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0057645/2010

Que de acuerdo a lo recomendado por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), se adecuó el Plan de Estudios de la Carrera de Especialización en Hidráulica, versión que se adjunta a fs 218 a 240;

Que además se han adjuntado los Programas sintéticos y analíticos de las asignaturas de la Carrera en consonancia con las modificaciones recomendadas por CONEAU, fs 241 a 272;

Que dadas las modificaciones introducidas al Reglamento de la Carrera por las Resoluciones N° 815-H.C.D.-09 y N° 160-H.C.S.-2010 (fs 332 a 337); y la adecuación al Plan de Estudios que se realiza según la presente Resolución, resulta conveniente la elaboración de un Texto Ordenado;

La conformidad prestada por la Escuela de IV Nivel y el Secretario Académico de Investigación y Postgrado (Área Ingeniería);

Lo aconsejado por la Comisión de VIGILANCIA Y REGLAMENTO;

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

RESUELVE:

Art. 1º.- Modificar el Art. 1º de la Resolución N° 61-H.C.D.-2009, DONDE DICE: "Aprobar la Creación de la ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA, según Anexo I (Reglamento de la Carrera), Anexo II (Plan de Estudios) y Anexo III (Solicitud de Acreditación, incluyendo autoridades y docentes), los que forman parte de la presente Resolución", DEBE DECIR: "Aprobar la Creación de la ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA, según Anexo I (Reglamento de la Carrera) y Anexo II (Plan de Estudios), los que forman parte de la presente Resolución."





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0057645/2010

Art. 2º).- Solicitar al H. Consejo Superior modifique e Art 1º de la Resolución N° 165-H.C.S.-2009 (que hace lugar a lo solicitado por la Res. N° 61-H.C.D.-09) para que se adecue a la modificación realizada según Art. 1º de la presente resolución.

Art. 3º).- Dejar sin efecto el Art. 3º de la Res. N° 1095-H.C.D.-2010 y solicitar al H. Consejo Superior apruebe las autoridades propuestas según Art. 1º de la Resolución N° 1095-H.C.D.-2010.

Art. 4º).- Rectificar el Anexo II del Art. 1º de la Resolución N° 61-H.C.D.-2009, referido al PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE ESPECIALIZACION EN HIDRÁULICA, el que quedará redactado según lo detallado desde fs. 218 a fs. 240, y que como Anexo I forma parte de la presente resolución.

Art. 5º).- Aprobar los programas Sintéticos y Analíticos de las asignaturas:
HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA, HIDRÁULICA FLUVIAL Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS, GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA COMPUTACIONAL, APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS, HIDRÁULICA COSTERA, MODELACIÓN FÍSICA Y MÉTODOS EXPERIMENTALES, HIDROLOGÍA ESTOCÁSTICA, MECÁNICA DE LOS FLUIDOS AVANZADA Y TURBULENCIA, INGENIERÍA DE SISTEMAS, obrantes a fs. 241 a 272, y que como Anexos II a XI forman parte de la presente resolución.

Art. 6º).- Aprobar el Texto Ordenado de la Adecuación Curricular de la Carrera ESPECIALIZACION EN HIDRÁULICA que como Anexo XII forma parte de la presente resolución y contiene: el REGLAMENTO CARRERA DE ESPECIALIZACION EN HIDRÁULICA, aprobado según Anexo I de la Resolución N° 815-H.C.D.-2009 (y N° 160-HCS-2010) obrante a fs 334 a 337; el PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE ESPECIALIZACION EN HIDRÁULICA, aprobado según Anexo II de la Resolución N° 61-H.C.D.-2009, rectificado según Art. 4º de la presente resolución, obrante a fs 218 a 240, las autoridades de la Carrera, según Art 1º de la Resolución N° 1095-H.C.D.-2010, obrante a fs 179. y los programas Sintéticos y Analíticos aprobados según el Art. 5º de la presente resolución, obrantes a fs 241 a 272.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0057645/2010

Art. 7º).- Elevar las presentes actuaciones al H. Consejo Superior para su consideración.

Art. 8º).- Dése al Registro de Resoluciones, comuníquese a la Escuela de IV Nivel, a la Maestría en Ciencia de la Ingeniería – Especialización en Hidráulica, a la Secretaría Académica de Investigación y Posgrado Área Ingeniería y gírense las presentes actuaciones a Secretaría General de la Universidad Nacional de Córdoba.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL H. CONSEJO DIRECTIVO EN LA CIUDAD DE CORDOBA A LOS DIECIOCHO DIAS DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO DOS MIL ONCE.

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVEILA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

RESOLUCION Nº 94-H.C.D.-2011.-

Gmg/

U.N.C. FACULTAD DE C.E.F. Y N	REVISADO
	AREA OPERATIVA

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA**



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y
NATURALES**

2009



Indice

	Página
1. Fundamentación	3
2. Metas de la Carrera	3
3. Título	4
4. Competencias del Egresado	4
5. Organización Curricular	4
5.1. Modalidad	4
5.2. Plan de Estudio	5
5.3. Contenidos Mínimos y Bibliografía	7
6. Cuadro resumen de actividades curriculares y cuerpo docente a cargo	20



1. Fundamentación

Por la ubicación geográfica y tradición académica, la Universidad Nacional de Córdoba ha sido un polo de desarrollo que concentró docentes e investigadores de todo el país, quienes ejercieron su influencia en diferentes regiones de la Argentina y del extranjero.

En la actualidad existe una continua y destacada actividad en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales relacionada directa e indirectamente con el recurso hídrico.

La Especialidad en Hidráulica fue diseñada para completar la formación del egresado para la solución de los problemas hidráulicos, con nuevos enfoques técnicos, manejo adecuado de software y aplicación de herramientas informáticas para la resolución de problemas ligados a la hidrología y la hidráulica. Algunas realidades contribuyen a la materialización de este proyecto: el excelente nivel académico y de investigación y extensión alcanzado por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), la necesidad de los profesionales de capacitarse de manera continua a fin de orientar los procesos de desarrollo sostenible aportando soluciones a los problemas hidráulicos con tecnología adecuada y vigente y, la creciente demanda por parte de empresas de obras y servicios en el aporte de profesionales de jerarquía en esta área disciplinar.

Tiene como objeto profundizar en el dominio del área de la Hidráulica dentro de las profesiones de Ingeniero Civil o Ingeniero en Recursos Hídricos a fines, ampliando la capacitación profesional a través de un entrenamiento intensivo. La obtención de este título involucra el estudio y adiestramiento en el área de la Hidráulica, tendiente al mejoramiento y perfeccionamiento de la capacidad profesional respecto de sus incumbencias propias del grado.

La establecida presencia del cuarto nivel en general y de los posgrados en ingeniería, en particular de esta facultad (Doctorado en Ciencias de la ingeniería y 5 Maestrías) le dan sustento institucional. Este conjunto, asegura la excelencia del proyecto.

Tales elementos ponen de manifiesto la pertinencia de esta Carrera en el ámbito de esta Facultad donde confluyen las carreras más relacionadas con el estudio de la hidráulica y cuyo contexto científico, profesional y de extensión, permitirá aportar a la comunidad egresados formados que mejoren la calidad de vida del ser humano, desde el aporte de las Cs. de la Ingeniería.

2. Metas de la Carrera

(a) Formar profesionales que puedan investigar y obtener información original proporcionando conocimientos en el campo de la hidráulica.

(b) Abordar con solvencia técnica los problemas hidráulicos de las distintas localidades y provincias del país, contribuyendo al desarrollo sustentable.

(c) Formar egresados con excelencia para abordar los diagnósticos de los problemas y que además aporten soluciones reales efectivas y a los mismos, aprovechando las técnicas que aportan la ingeniería y las ciencias del ambiente.

(d) Capacitar para la intervención en las distintas instancias sociales, gubernamentales y no gubernamentales e interactuar en un contexto multidisciplinario.



3. Título

Luego de cumplido los requisitos que se exigen en esta Carrera de Postgrado la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales solicitará al Rector/a de la Universidad Nacional de Córdoba expida el Título de Especialista en Hidráulica.

4. Competencias del Egresado

- (a) Formación de recursos humanos de excelencia en el campo de la Hidráulica.
- (b) Desarrollo de capacidades para facilitar la solución de conflictos y problemas hidrológicos e hidráulicos mediante la posible inserción de los egresados en funciones claves.
- (c) Capacidad de evaluar, mensurar, planificar y proponer soluciones alternativas a los diversos problemas hidráulicos, en los diferentes ámbitos.

5. Organización Curricular de la Carrera

5.1. Modalidad

Se trata de una Carrera de postgrado de tipo: presencial, semiestructurada (con materias optativas) y de oferta continua por esta Unidad Académica. Las actividades se desarrollarán a lo largo de 1 año entre Cursos, Actividades Prácticas y Tutorías, que se concretarán en clases durante un año académico; además, se requiere la presentación de una Evaluación Final Integradora de acuerdo a lo normado por el Reglamento de la Carrera. El cursado está compuesto por cinco cursos obligatorios y dos optativos.



5.2. Plan de Estudio

CURSOS OBLIGATORIOS	ACTIVIDAD	CARGA HORARIA
1 Hidráulica Subterránea	Clases magistrales Seminarios Prácticas en Laboratorio de Computación - Evaluación	60 Horas Presenciales
2 Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos	Clases magistrales – Prácticos en Laboratorio de Hidráulica Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
3 Gestión de los Recursos Hídricos	Clases magistrales Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
4 Hidráulica e Hidrología Computacional	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios - Evaluación	60 Horas Presenciales
5 Aprovechamientos Hidráulicos	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios - Evaluación	60 Horas Presenciales

CURSOS OPTATIVOS	ACTIVIDAD	CARGA HORARIA
6 Hidráulica Costera	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
7 Modelación Física y Métodos Experimentales	Clases magistrales – Prácticas en Laboratorio de Hidráulica Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
8 Hidrología Estocástica	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
9 Mecánica de los Fluidos Avanzada y Turbulencia	Clases magistrales Prácticas Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
10 Ingeniería en Sistemas	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales




5.3. Programa de Contenidos Mínimos

Curso I: Hidráulica Subterránea

Objetivos

- * Proporcionar al alumno una formación lo más ajustada a la concepción moderna de la Hidrogeología.
- * Capacitar al alumno de manera de ser capaz de estudiar una región desde un punto de vista hidrogeológico y aplicar sus conocimientos en el caso de situaciones concretas: explotación de acuíferos, protección de acuíferos, caracterización de una contaminación, etc.
- * Profundizar los conocimientos teórico-prácticos necesarios para evaluar los recursos hídricos de una determinada zona y planificar la explotación racional de los mismos,
- * Prestar especial atención a la hidráulica de captaciones y al estudio del contexto geológico y regional de las aguas subterráneas.
- * Proporcionar el conocimiento adecuado de los aspectos sociales y de la economía relacionados a la problemática del uso del recurso subterráneo.

Contenidos mínimos

Porosidad. Relaciones en el medio poroso. Propiedades físicas de Acuíferos y Zonas Vadosas. Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica. Integración de las ecuaciones de Difusión y consolidación. Sistemas de Acuíferos. Solución de la ecuación de difusión en régimen permanente. Solución de la ecuación de difusión en régimen no permanente. Acuíferos confinados. Acuíferos no confinados. Exploración Subterránea, Construcción de Pozos y Bombeo. Flujo Multifase. Flujo de fluidos inmiscibles. Flujo de fluidos miscibles. Geostatística y aproximaciones estocásticas a la hidrogeología. Soluciones numéricas de flujo y ecuaciones de transporte. Calidad del agua subterránea. Contaminación del agua subterránea.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico - Práctico

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos combinado con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- Bear, J. (1972). "Dynamics of porous media". Dover publications, Inc. N.Y., U.S.A.
- Bouwer, Herman, "Groundwater Hydrology", (1978) Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Mc. Graw Hill, N.Y.
- de Marsily, G. (1986). "Quantitative Hydrogeology - Groundwater Hydrology for Engineers". Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. N.Y.
- Kruseman, G.P., de Ridder, N.A. (1991), "Analysis and Evaluation of Pumping Test Data", Segunda Edición, publicación ILRI 47.

Curso II: “Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos”

Objetivos

* Formar al alumno en el funcionamiento de los ríos y la similitud y diferencia de estos con los canales que transportan agua a lámina libre. Capacitar al alumno para permitirle intervenir sobre los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos o la reducción de los riesgos de daños.

Contenidos mínimos

Morfología fluvial. Morfología fluvial: formas en planta. Geometría hidráulica de un río. Caudal dominante. Papel morfológico de la vegetación. Características de los torrentes. Morfología de llanuras de inundación. Deltas y estuarios. Equilibrio del fondo. Leyes de Fargue. Descripción del ecosistema fluvial.

Hidráulica fluvial. Principio del movimiento. Acorazamiento. Clasificación del transporte de sedimentos. Técnicas de muestreo y medición. Caudal sólido. Formas de fondo. Formas de fondo de gran escala. Ríos de arena y ríos de grava. Ecuaciones de transporte de fondo. Modelos matemáticos.

Encauzamientos: concepción y proyecto. Objetivos y Efectos de un encauzamiento. Condicionantes de un cauce estable. Modificación de la sinuosidad. Trazado de un encauzamiento. Caudal de proyecto. Análisis de riesgo en planicies de inundación. Encauzamiento de un río trenzado. Uso de espigones. Defensa de márgenes. Comportamiento de cauces estrechados. Encauzamiento de ríos de montaña. Corrección de la pendiente. Desembocaduras.

Encauzamientos: cálculo. Distribución de tensiones y velocidades en la sección. Tensiones críticas y sección no erosionable. Secciones anchas y secciones en curva. Conceptos de teoría del régimen. Aplicación de la teoría del régimen. Cálculo del caudal ecológico. Cálculo de la capacidad. Resistencia al flujo en un fondo granular. Influencia del transporte sólido en el tirante. Estimación del n de Manning. Estimación de la erosión potencial. Criterio de erosión. Erosión general transitoria. Erosión general a largo plazo. Erosión en curvas. Combinación de erosiones. Modelos matemáticos.

Encauzamientos: materiales y métodos. Escollera. Gaviones. Diques laterales. Emergencia, fallo y rotura de diques laterales. Vegetación. Materiales prefabricados flexibles. Otros materiales. Formación del cauce por el río. Obras de dragado.

Hidráulica de puentes. Problemas hidráulicos de los puentes. Emplazamiento de un puente. Llanuras de inundación. Obras de encauzamiento. Puentes sobre cauces intermitentes. Erosión local en pilas. Erosión local en estribos. Protección de pilas. Otras acciones hidráulicas.

Modelos en ingeniería fluvial. Utilidad. Análisis de semejanza. Modelos distorsionados y no distorsionados. Escalas de semejanza. Modelos fluviales con material distorsionado. Modelos de erosión local. Modelos matemáticos. Modelos HEC-RAS y HEC-6.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo semiestructurada teórico – práctica donde se combinan preguntas de múltiple opción con preguntas a desarrollar de los temas tratados y ejercicios de aplicación la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala

del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación de la evaluación modular por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Aguirre Pe, J. (1980). Hidráulica de sedimentos. Universidad de los Andes, Venezuela.
- Martín Vide, J. P. (2003). Ingeniería de Ríos. Alfaomega, México.
- Maza Alvarez, J. A., García Flores, M. (1996). Manual de Ingeniería de Ríos. Instituto de Ingeniería UNAM, México.
- U.S. Army Corps of Engineers (2008) Manual del Usuario. HEC-RAS Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, USA.

Curso III: “Gestión de los Recursos Hídricos”

Objetivos

- * Capacitar en los procesos de planificación hídrica.
- * Identificar las necesidades de estudios básicos para la planificación hídrica.
- * Adiestrar en el uso de instrumentos para la planificación de los recursos hídricos.
- * Capacitar en las técnicas para la toma de decisión y análisis posterior.
- * Internalizar la problemática de los recursos hídricos en los procesos de toma de decisión, en políticas y técnicas de prevención.
- * Completar los conocimientos del estudiante relacionados a los sistemas de riego.
- * Completar los conocimientos adquiridos en la materia Obras Hidráulicas para la determinación de la Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar.
- * Transmitir al estudiante el concepto de la valoración económica del agua y el efecto de la tarifa de la energía eléctrica sobre el coste del agua.

Contenidos mínimos

Introducción a la Planificación Hídrica. Estudio de la planificación. Administración de los datos. Datos físicos. Datos socioeconómicos. Modelos de recursos hídricos. Formulación y Evaluación de alternativas. Ejecución y Análisis posterior. Conceptos Básicos de Planificación y Economía de los Recursos. Elementos de la Formulación y Evaluación de Proyectos. Estimación de la Población y las Necesidades de Agua. Identificación y Evaluación de Proyectos Preliminares. Planes Regionales. Análisis Económicos y Análisis Financiero. Precio para el Análisis Económicos y Financiero. Análisis de Riesgo e Incertidumbre y otros estudios que involucran probabilidades. Modelos Matemáticos para el desarrollo de planificación de alternativas y Modelos para Optimización. Programas de Administración de Planificación.

Introducción a las técnicas de riego. El agua en la planta. Red de riego y sistemas de distribución. Obras externas e internas a la red de riego y saneamiento agrícola. Evapotranspiración. El concepto económico del agua y el cálculo del valor del agua como coste y los recursos hídricos superficiales. Estructura y calculo del coste de obtención del agua subterránea. Estructura y cálculo del coste de obtención del agua regenerada. El valor del agua en función de la productividad. Valor del agua de riego mediante la estimación de la inversión para el ahorro. El valor del agua de riego como coste de oportunidad medioambiental.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.



Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos combinado con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Allen, Richard G., Pereira, Luis S., Raes, Dirk, Smith, Martin. (2006) "Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Barbero, A. J.; Ceilp (1982) "Teorías sobre el drenaje de tierras agrícolas".
- Caballer, V. Guadalajara, N. (2007) Valoración económica del agua de riego. ISBN: 84-7114-729-7. Editorial Mundi-Prensa
- Gillet, Billy. E. (1976) "Introduction to Operations Research". Mc. Graw Hill, New York.
- Goodman, Alvin. (1984). "Principles of Water Resources Planning". Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Helweg, Otto. J. (1992), "Recursos Hidráulicos. Planeación y Administración", Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México.
- J. L. de Paco Lopez, J. L.; Sánchez (1992) "Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje"; Ediciones Mundi Prensa; Madrid.
- Luthin, J. N.; Krieger; (1988). "Drainage Engineering"; Nueva York.
- M. Poiree y Ch. Ollier; (1990) "Saneamiento Agrícola"; E.T.A.; Barcelona.
- Tschapek, M.W. (1978). "El agua en el suelo"; INTA.; Buenos Aires.
- US Bureau of Reclamation (1976) "Design of Gravity Dams". U.S.A.

Curso IV: "Hidráulica e Hidrología Computacional"

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de la Hidrología e Hidráulica.
- * Conocer las aplicaciones computacionales para el uso de los estudios hidrológicos e hidráulicos.
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área.
- * Construir modelos que permitan resolver los procesos del agua en la superficie con los enfoques teóricos y metodologías de cálculo que estiman las relaciones volumétricas entre precipitación y escurrimiento, distribución temporal y espacial, todo ello en diferentes circunstancias, conforme con las necesidades de proyectos de ingeniería de caracterización.

Contenidos mínimos

Ecuaciones básicas del flujo unidimensional en canales. Introducción. Ecuaciones de gobierno. Hipótesis básicas. Ecuación diferencial de conservación de masa. Ecuación diferencial de cantidad de movimiento. Ecuación diferencial de la energía mecánica. Ecuaciones de gobierno para tipos específicos de flujo, flujo permanente y uniforme,

flujo permanente gradualmente variado, flujo permanente espacialmente variado, flujo permanente rápidamente variado, flujo impermanente y uniforme, flujo impermanente gradualmente variado. Ecuaciones algebraicas de movimiento. Distribución de presiones en el flujo curvilíneo. Flujo crítico. Introducción. Propiedades del flujo crítico: secciones rectangulares y no rectangulares. Aplicaciones del flujo crítico. Ubicación del flujo crítico. Cálculo de la profundidad crítica. Profundidad crítica en canales de sección compuesta. Flujo uniforme. Resistencia al flujo. Ecuaciones de resistencia: ecuación de Chézy – ecuación de Manning – otras fórmulas de resistencia. Cálculo de la profundidad normal. La sección hidráulicamente óptima. Flujo uniforme en canales de sección compuesta: método del n equivalente. Ecuaciones. Distribución lateral de velocidades en flujo uniforme. El Método del Canal Dividido (DCM). Algoritmo de resolución. El Método de la Distribución Lateral (LDM). Ecuación diferencial. Soluciones numérica y analítica. Flujo gradualmente variado. Introducción. Ecuaciones de gobierno. Clasificación de los perfiles de flujo. Análisis de los perfiles de flujo. Trazado de perfiles de flujo. Caudal evacuado por un reservorio. Perfiles de flujo en canales de sección compuesta. Cálculo del flujo gradualmente variado. El método del paso directo. El método del paso estándar. Los métodos de Euler, Euler mejorado, Euler modificado y Runge-Kutta de 4° orden. El método predictor – corrector. Solución simultánea del flujo gradualmente variado. Ecuaciones de gobierno. Canales en serie. Redes de canales. Algoritmo de resolución. Flujo rápidamente variado. Introducción. Aplicación de las leyes de conservación. Resalto hidráulico. Relación entre tirantes conjugados. Longitud del resalto. Ubicación del resalto. Transiciones en canales en flujo subcrítico y flujo supercrítico. Resalto hidráulico oblicuo. Vertederos de pared delgada y gruesa. Flujo espacialmente variado. Introducción. Descarga lateral. Ecuaciones de gobierno. Soluciones analíticas. Perfiles de flujo espacialmente variado. Vertedero lateral. Sumidero de fondo. Aporte lateral. Solución analítica. Casos particulares de flujo. Flujo en curvas: subcrítico y supercrítico. Flujo a través de alcantarillas. Ecuaciones de gasto. Flujo rápidamente variado a través de contracciones en puentes. Método de cálculo. Flujo impermanente rápidamente variado. Ondas elementales. Altura y celeridad de una onda gravitatoria. Ecuación de continuidad y de momentum. Propagación de ondas en un escalón de fondo. Encuentro de dos ondas. Ruptura de una presa. Flujos pulsantes. Flujo impermanente gradualmente variado. Ecuaciones constitutivas: ecuaciones de Saint-Venant. Modelos de onda cinemática, difusiva, dinámica. Condiciones iniciales y de borde. Distribución no hidrostática de presiones: ecuaciones de Boussinesq. Formas diferenciales de las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento. Formas integrales. Modelo de onda cinemática. Celeridad de la onda cinemática. Solución analítica para la onda cinemática. Solución numérica de la onda cinemática. Esquema lineal. Esquema no lineal. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las características: el método de las características. Condiciones iniciales y de borde. El método de los intervalos especificados. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las diferencias finitas. Esquemas explícitos en diferencias finitas: esquema elemental, esquema de Lax, esquema de McCormack. Esquemas implícitos en diferencias finitas: esquema de Preissman, esquema de Beam y Warming. Modelos de tránsito de onda dinámica comúnmente utilizados. FLDWAV. Ecuaciones utilizadas por el programa FLDWAV. Aplicaciones. Limitaciones. HEC-RAS. Ecuaciones utilizadas por el programa HEC-RAS. Aplicaciones. Limitaciones. MIKE 11. Ecuaciones utilizadas por el programa MIKE 11. Aplicaciones. Limitaciones.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.



Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Bear, J. (1972). "Dynamics of porous media". Dover publications, Inc. N.Y., U.S.A.
- Bouwer, Herman, "Groundwater Hydrology", (1978) Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Mc. Graw Hill, N.Y.
- Chaudhry, M. H. (1993). Open-Channel Flow. Prentice Hall, New Jersey.
- Chow, V. T. Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Diana. 1982.
- Chow, V.T. Maidment, D.R. y Mays, L.W. Hidrología Aplicada. Mc. Graw Hill. 1994.
- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- de Marsily, G. (1986). "Quantitative Hydrogeology - Groundwater Hydrology for Engineers". Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. N.Y.
- Delleur, J.W. Advanced Hydrology. School of Civil Engineering. Purdue University. U.S.A. 1993.
- Federal Emergency Management Agency's (FEMA) (1998) Manual Técnico. National Weather Service FLDWAV Computer Program. USA
- French, R. Hidráulica de los canales abiertos. Mc. Graw Hill. 1988.
- Henderson, F. M. (1966). Open-Channel Flow. Macmillan Company, New York.
- Jain, S. C. (2001). Open-Channel Flow. John Wiley and Sons, New York.
- Kruseman, G.P., de Ridder, N.A. (1991), "Analysis and Evaluation of Pumping Test Data", Segunda Edición, publicación ILRI 47.
- Linsley, Kohler y Paulus. Hidrología para ingenieros. Mc. Graw Hill. 2da Edición. 1986.
- Reyna, S y otros. Manual de Hidrología Urbana. 2007.
- Socadagui Sanchez, Victor; Mendoza Escobar, Francisco.(2006) Manual Del Usuario Mike 11 Universidad Nacional De Colombia. Sede Palmira. Hidraulica. Colombia.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2008) Manual técnico. HEC-RAS Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, USA.
- U.S. Army Corps of Engineers Manual. HEC-1 Simulación de Eventos Hidrológicos. Hydrologic Engineering Center, USA. 1985 – 1997.
- U.S. Army Corps of Engineers. HEC – HMS de Simulación de Eventos Hidrológicos. Hydrologic Engineering Center. USA. 2008
- U.S. Environmental Protection Agency. Manual. SWMM. Storm Water Management Model. USA. 2003.
- U.S. Environmental Protection Agency. QUAL2K. Modeling Framework for Simulationg River and Strem Water Quality. USA 2005.

Curso V: "Aprovechamientos Hidráulicos".

Objetivos

- * Generar conocimientos avanzados en la problemática del proyecto y la construcción de las obras hidráulicas.



- * Completar los conocimientos del estudiante relacionados a las centrales hidráulicas adquiridos en la materia Obras Hidráulicas.
- * Comprender los problemas de dimensionamiento energético.
- * Completar los conocimientos de los distintos tipos de turbinas.
- * Dar al alumno las herramientas para poder realizar el estudio, proyecto, dirección, construcción de: presas de embalse y centrales hidroeléctricas.
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas del área.

Contenidos mínimos

Presas de Materiales Suelos. Conceptos fundamentales. Clasificación. Presas de tierra. Altura. Perfil transversal. Taludes. Ancho de coronamiento. Resguardo. Protección de taludes. Banquetas. Rotura de presas. Impermeabilidad. Materiales del cuerpo de presa. Propiedades. Preparación, colocación y transporte de material. Maquinaria. Línea de saturación. Drenes, espaldones y núcleos. Rastrillos. Zampeados. Desembalse rápido. Asientos. Presas de escollera. Tipos de perfiles. Impermeabilización. Pantallas. Fundación de Presas. Generalidades. Estudios geológico-geotécnicos. Fuentes de información. Métodos exploratorios del subsuelo. Métodos geofísicos. Ensayos de laboratorio y de campo. Cimientos rocosos. Características de cimientos de arena y grava. Métodos de tratamiento. Proyectos de cimentación. Tratamientos de cimientos de limo y arcilla. Presas sobre cimentación permeable. Zampeados. Pantallas. Subpresión y filtración. Fundación de vertederos. Presas de Gravedad. Conceptos fundamentales. Evolución del perfil. Estabilidad al vuelco y deslizamiento. Distribución de tensiones y deformaciones en presas de gravedad. Acciones dinámicas. Métodos constructivos. Materiales utilizados. Presas de HCR. Métodos constructivos. Presas en Arco. Ventajas. Condiciones de aplicación. Estribos. Acción de ménsula y arco. Juntas horizontales. Tipos de presas de arco. Presas de radio constante. Presas de radio variable. Métodos de cálculo. Deformaciones en estribos y cimentación. Condiciones de aplicación. Método de elementos finitos. Presas arco-gravedad. Vertederos. Partes componentes. Funcionamiento hidráulico. Perfil de vertedero. Fijación de la capacidad del vertedero. Análisis de riesgo. Adaptación del vertedero al resto de la presa. Muros cajeros. Pilas. Vertederos con compuertas. Mecanismos. Hidráulica de las rápidas. Emulsión de aire. Cuencos amortiguadores. Resalto hidráulico. Diseños tipo. Problemas en un vertedero. Saltos esquí. Morning Glory. Chorros cruzados. Obras de toma, descarga y derivación. Ubicación. Tomas en embalses de regulación. Tomas en presas de derivación. Tomas en esquemas reversibles. Descargadores de fondo. Desarenadores. Función limpiadora. Función en el desvío. Control de nivel y vaciado. Funcionamiento hidráulico. Cavitación. Abrasión. Rejas. Compuertas. Chimeneas. Finalidad de las chimeneas. Consideraciones sobre el dimensionamiento. Tipología. Disposiciones constructivas. Cálculo. Condiciones para el dimensionamiento. Chimeneas en la descarga. Estabilidad. Golpe de Ariete. Operación y Mantenimiento de Presas. Explotación, vigilancia y observación. Puesta en carga de la presa. Vigilancia y auscultación. Observaciones estructurales. Automatización. Medidas de emergencia y protección civil. Refuerzos y recrecimientos. Abandono de presas. Conceptos preliminares..

Conceptos básicos. Introducción. Potencial bruto. Esquemas básicos. Potencia y energía efectivas. Variabilidad de caudales. Centrales subterráneas. Centrales reversibles. Captaciones. Elementos de cierre y protección. Centrales hidroeléctricas en aprovechamientos de uso múltiple. Componentes de un aprovechamiento hidroeléctrico. Definiciones. Energía hidroeléctrica y medio ambiente

Mercado eléctrico. Valoración de los proyectos hidroeléctricos. Equivalencia energética

Aprovechamiento integral de una cuenca. Información de partida. Potencial energético. Aprovechamiento del potencial energético. Estudio de los embalses. Modelos de simulación. Construcción escalonada
Dimensionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos.
Máquinas hidráulicas. Turbinas Francis. Turbinas Kaplan. Turbinas Pelton. Bombas centrífugas. Bombas axiales. Alternadores. Regulación. Centrales hidráulicas y Minicentrales

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

Cuestas Diego, Luis. y Vallarino. (2000) "Aprovechamientos Hidroeléctricos. Tomo I y II". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.
Cuestas Diego, Luis. y Vallarino. (2000) "Tratado Básico de Presas. Tomo I y II". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.
Marsal, Raúl.; Resendiz Núñez, Daniel (1975) "Presas de tierra y enrocamiento" Editorial Limusa. México.
US Bureau of Reclamation (1976) "Design of Gravity Dams". U.S.A.
US Bureau of Reclamation (1977) "Design of Arch Dams". U.S.A.

VI. Hidráulica Costera

Objetivos

- * Comprender y conocer los fenómenos básicos que gobiernan los procesos que ocurren en las zonas costeras y estuarinas, necesarios para el desarrollo de cualquier obra hidráulica
- * Conocer los fundamentos básicos utilizados en la Ingeniería de Costas y Puertos.
- * Definir los conceptos básicos y manejar el lenguaje utilizado en esta área.
- * Aplicar los fundamentos y conceptos básicos de la Ingeniería de Costas y Puertos.
- * Resolver problemas de Ingeniería Costera y Portuaria mediante el uso de modelos matemáticos y físicos.

Contenidos mínimos

Definición y funciones del puerto. Tipos de puertos. Dimensionamiento y "layout" de un puerto. Tipología de obras portuarias. Factores y criterios de diseño. Diseño de la sección del dique. Diques rebasables. Diques de paramento vertical. Conceptos básicos. Parámetros hidrodinámicos. Diques verticales y mixtos. Análisis estático-dinámico de la estabilidad. Muelles. Pantalanes. Duques de Alba. Dragados. Ingeniería Costera. Escalas espaciales y temporales en ingeniería costera. Obras de protección costera. Tipos. Muros de contención. Espigones perpendiculares a la costa y exentos. Dunas.

Regeneración de playas. Objetivos de la alimentación artificial. Tipología de obras de relleno. Estimación de los volúmenes y compatibilidad del sedimento. Ingeniería civil en el mar. El medio marítimo. Conceptos básicos. Condiciones ambientales. Hidráulica costera. Tipos estructurales. Oleaje regular (determinista). Hipótesis realizadas y campo de validez. Ecuaciones básicas. Solución de las ecuaciones básicas. Ondas de pequeña amplitud. Movimiento de las partículas. Presión. Celeridad de grupo. Energía y flujo de energía. Ondas de amplitud finita. Oleaje irregular (probabilístico). Descripción estadística del oleaje. Descripción espectral. Régimen de oleaje. Régimen de temporales. Períodos de retorno y riesgos admisibles. Generación, propagación y rotura del oleaje. Generación del oleaje. Shoaling. Refracción. Difracción. Reflexión. Rotura. Modelos. Corrientes, mareas y otros procesos hidrodinámicos. Corriente. Mareas meteorológicas. Mareas astronómicas. Otros procesos. Otros procesos hidrodinámicos. Procesos de transporte. Procesos de dispersión. Aplicaciones a sedimentos y contaminantes. Modelos físicos. Conceptos básicos. Modelos 2DV y 3D. Ensayos de playas y diques. Otros ensayos

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Vicente Negro Valdecantos, Ovidio Varela Carnero (2008). Diseño de Diques Rompeolas. 2º edición. Colegio de Caminos, Canales y Puertos, España.
- U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (2008). "Coastal Engineering Manual - Part I, II, III, IV, V". Manuales Técnicos de la USACE
- U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (1989). "Environmental Engineering for Coastal Shore Protection". Manuales Técnicos de la USACE.
- U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (2006). "Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects". Manuales Técnicos de la USACE
- U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (1990). "Winter Navigation on Inland Waterways". Manuales Técnicos de la USACE

VII. Modelación Física y Métodos Experimentales

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de la modelización física y numérica y sus aplicaciones en el campo de la ingeniería hidráulica e hidrológica
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas del área

Contenidos mínimos

Generalidades. Modelos matemáticos. Modelos analógicos. Modelos físicos reducidos. Análisis dimensional. Condiciones de similitud. Planeación experimental. Tipos de



modelos. Selección de escalas. Tipo de rugosidades. Material de fondo. Condiciones de similitud. Selección de escalas. Fronteras del modelo. Efectos de escala. Datos para el diseño de modelos: condiciones del estado del mar y topohidrográficos, arreglo del modelo y condiciones admisibles de operación. Construcción de modelos. Instrumentación y equipo. Operación de los modelos: calibración, verificación, ensayos de alternativas. Estudios de casos. Condiciones de similitud: similitud de flujo, similitud de transporte de sedimento. Selección de escalas. Fronteras del modelo. Construcción. Ensayos. Trazadores en fondo fijo. Ejemplos de estudio. Condiciones generales de similitud. Modelos de ríos de fondo fijo: condiciones de similitud y escalas, datos para el diseño de los modelos, fronteras del modelo, construcción de modelos, instrumentación y equipo, operación de los modelos. Ejemplos de estudio. Modelos de estructuras hidráulicas: estructuras de control y desvío, estructuras disipadoras, estructuras de bombeo, condiciones de similitud, efectos de escala, selección de escalas, fronteras del modelo, datos para el diseño de los modelos, construcción de modelos, instrumentación y equipos. Condiciones de similitud: similitud de flujo, similitud del transporte de sedimento. Selección de escalas. Construcción. Ensayos. Ejemplos de estudio. Condiciones de similitud. Selección de escalas. Efectos de escalas. Fronteras del modelo. Datos de campo. Construcción. Instrumentación y equipo. Ejemplos de estudio. Condiciones de similitud. Selección de escalas. Construcción. Ensayos. Ejemplos de estudio. Condiciones de similitud. Modelación hidráulica. Modelación de la embarcación. Modelación de líneas de amarre y defensas. Selección de escalas. Efectos de escala. Construcción. Instrumentación y equipo. Embarcaciones atracadas. Ensayos: clasificación de ensayos, ensayos de calibración de las embarcaciones y sistema de amarre, centro de gravedad y momento de inercia del barco, coeficiente de elasticidad para el modelo de defensas y líneas de amarre.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de Cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

Miguel Vergara Sánchez , 1993. Técnicas de Modelación en Hidráulica., Alfaomega.
R. J. Goldstein (ed.) 1983. Fluid mechanics measurement. Hemisphere, Nueva York
J. P. Holman, 1994. Experimental methods for engineers. McGraw-Hill, Nueva York, sexta edición, Edición Internacional.

Curso VIII: Hidrología Estocástica

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de los Procesos Estocásticos.
- * Conocer las aplicaciones del análisis de series temporales para el uso de los estudios hidrológicos.



* Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área

Contenidos mínimos

Introducción a la Hidrología Estocástica. Procesos Estocásticos y series de tiempo. Características de series hidrológicas. Tipo de series hidrológicas. Series de tiempo. Series lineales. Series de conteo. Propiedades generales de series de tiempo hidrológicas. Componentes de las series hidrológicas. Características estadísticas básicas de series de tiempo. Características complejas de series de tiempo periódicos. Características relacionadas de series de tiempo de sequía. Características relacionadas de series de tiempo de almacenamiento. Heterogeneidad e inconsistencia en series hidrológicas. Características de series de tiempo anuales. Características de series de tiempo periódicas. Características de series de tiempo multivariadas. Características de series de tiempo intermitentes.

Principios Estadísticos y Técnicas para modelación de series de tiempo. Técnicas básicas de estimación. Método de momentos. Método del mínimo cuadrado. Método de la máxima probabilidad. Normalización de series de tiempo. Parámetros periódicos de estimación de las series Fourier. Pruebas de calidad de ajustes. Preservación de estadísticas y parámetros de parsimonia. Generación y pronóstico. Generación de muestras sintéticas. Uso de modelos para pronósticos.

Modelos Auto Regresivo. Descripción del modelo. Formulación matemática de modelos AR. Propiedades de los modelos AR. Modelación con AR de series de tiempo anuales. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos AR. Modelos AR periódicos. Limitaciones de las series periódicas AR. Aplicaciones prácticas de las series periódicas AR.

Modelos Auto Regresivos de Medias Móviles. Descripción del modelo. Formulación matemática de modelos ARMA. Propiedades de los modelos ARMA. Modelación con ARMA de series de tiempo anuales. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos ARMA. Modelación de series de tiempo periódicas con ARMA. Limitaciones de las series periódicas ARMA. Aplicaciones prácticas de las series periódicas ARMA

Modelos Auto Regresivos Integrados de Medias Móviles. Descripción de modelos ARIMA. Operación diferenciación. Estimación de parámetros para modelos anuales ARIMA. Bondad de ajuste para modelos anuales ARIMA. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos ARIMA anuales. Modelos ARIMA multiplicativos de series de tiempo periódicas. El Modelo ARIMA periódico.

Modelos hidrológicos Multivariados. Descripción Modelos hidrológicos multivariados. Modelo Matemático General. Propiedades de los modelos multivariados. Modelación multivariado de series anuales. Modelos Autorregresivos multivariados AR(1) y AR(2). Modelo autorregresivo de promedios móviles ARMA (p,q) multivariado.

Modelos Desagregados. Modelo general de desagregación. Modelos de desagregación temporal de series temporales de un sitio y multisitios. Modelos desagregados AR de orden alto para un sitio. Modelos desagregados AR multivariados de orden alto. Modelos de desagregación espacial. Propiedades de los modelos de desagregación.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo

podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Box, G.E.P. y Jenkins, G.M., 1970. *Time series Analysis Forecastings and Control*. Holden-Day Series in Time Series Analysis, San Francisco, USA.
- Salas, J.D.; Delleur, J.W. y otros. 1980. *Applied Modeling Of Hydrologic Time Series*. Water Resources Publications. Michigan, USA.

Mecánica de los Fluidos Avanzada y Turbulencia

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialidad, del estudiante en el área de la Mecánica de los Fluidos.
- * Avanzar en el desarrollo de habilidades para el dimensionamiento de redes y la utilización práctica de las ecuaciones desarrolladas de manera teórica durante el desarrollo.
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área

Contenidos mínimos

Conceptos preliminares. Los fluidos como medios continuos. Equilibrio termodinámico local. Partícula fluida. Velocidad, densidad y energía interna específica. Magnitudes fluidas intensivas y extensivas.

Ecuaciones fundamentales. Descripciones Lagrangiana y euleriana. Líneas, superficies y volúmenes fluidos. Trayectorias. Tubos de corriente. Puntos de remanso. Derivada sustancia. Aceleración. Movimientos estacionarios y uniformes.

Soluciones a las ecuaciones de flujo. Capa límite laminar. Estabilidad del flujo laminar. Flujo en medio turbulento incompresible. Flujo en la capa límite compresible. Fenomenología. Conceptos de estabilidad hidrodinámica. Convección. Análisis de estabilidad lineal. Ecuaciones de amplitud. Análisis débilmente no lineal. Ecuaciones de fase. Descripción estadística de la turbulencia. Descripción de métodos numéricos frecuentemente empleados para resolver algunos de los problemas planteados (diferencias finitas, elementos finitos, métodos espectrales).

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Fox R. y Mc Donald A. *Introducción a la Mecánica de los Fluidos*. McGraw-Hill. 1995.
- Mataix C. *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Harla. 1982.
- Mott R. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. Prentice Hall. 1996.
- Panton R.L. *Incompressible Flow*. Wiley Interscience. 1984.

Robertson J.A. y Crowe C.T. Mecánica de Fluidos. Ed. Interamericana. 1983.
Rouse H. Elementary Mechanics of Fluids. Dover. 1946.
White, F. M. (1991). Viscous fluid flow. McGraw-Hill.
Wylie E. B. y Streeter V. L. Fluid Transients in Systems. Prentice Hall. 1993.

Ingeniería de Sistemas

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de maestría, del estudiante en el área de los Procesos Estocásticos.
- * Dar una formación que al integrarlas con otras áreas específicas del conocimiento, le capaciten para proyectar y construir modelos y sistemas integrados e integrales.

Contenidos mínimos

Introducción. Optimización. Programación lineal y no lineal. Formulación del modelo. Solución del problema: método Simplex y otros algoritmos. Dualidad y sensibilidad. Problemas especiales de programación lineal: Transporte; Asignación. Programación dinámica. Programación de objetivos múltiples. Análisis de redes. Modelación y simulación. Análisis de decisión. Introducción a la investigación operativa. La modelación en la investigación operativa. Grafos: Introducción. Camino más corto. Árbol de expansión mínima. Flujo máximo. Flujo de costo mínimo. Método simplex para redes. Programación por camino crítico (CPM). Programación con PERT. Modelos probabilísticos: Cadenas de Markov. Teoría de colas. Teoría de inventarios. Pronósticos. Simulación.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- A. Smith, E. Hinton, R., 1983. "Civil Engineering Systems Analysis and Design". ISBN:0471900605. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA
M. Syslo, N. Deo, J. Kowalk , 1983. "Discrete Optimization Algorithms" Prentice Hall. Nueva York. USA.
V. Chvatal. Freeman, 1980. "Linear Programming". ISBN-10: 0716715872 ISBN-13: 978-0716715870. W. H. Freeman
M. Fogiel , 1983. "The Operations Research Problem Solver"., Research and Education Association.



6. Cuadro Resumen de Actividades Curriculares y Docentes a Cargo

Nombre de la Actividad Curricular	Hidráulica Subterránea.
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico
Carácter	Obligatoria
Carga Horaria Total	40 horas teóricas 20 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Santiago Reyna Dra. Teresa Reyna

Nombre de la Actividad Curricular	Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico
Carácter	Obligatoria
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Marcelo García Mag. Juan Weber Mag. Leticia Tarrab

Nombre de la Actividad Curricular	Gestión de Recursos Hídricos
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico
Carácter	Obligatoria
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas (seminarios y talleres)
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dra. Teresa Reyna Mag. Geólogo Hugo Pesci Mag. Biólogo. Raquel Murialdo Mag. Ing. Ana Armesto Mag. Ing. Francisco Delgadino

Nombre de la Actividad Curricular	Aprovechamientos Hidráulicos
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico
Carácter	Obligatoria
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Ing. Santiago Reyna Dr. Teresa Reyna

	Ing. Luis Gióvine Ing. Luis Toselli Ing. Lábaque, María
--	---

Nombre de la Actividad Curricular	Hidráulica e Hidrología Computacional
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico - Laboratorio
Carácter	Obligatoria
Carga Horaria Total	26 horas teóricas 34 horas prácticas (en laboratorio de computación)
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Ing. Santiago Reyna Dra. Teresa Reyna Ing. María Lábaque Mag Ing. Juan Francisco Weber

Nombre de la Actividad Curricular	Hidráulica Costera
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Práctico
Carácter	Optativo
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Andrés Rodriguez Dr. Rocío Fernández Mag. Ing. Mariana Pagot Mag. Ing. Gerardo Hillman

Nombre de la Actividad Curricular	Modelación Física y Métodos Experimentales
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico – Laboratorio - Práctico
Carácter	Optativa
Carga Horaria Total	24 horas teóricas 36 horas prácticas (en laboratorio de Hidráulica)
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Andrés Rodriguez Dr. Carlos Marcelo Garcia Rodriguez Mag. Gerardo Hillman Mag. Ing. Mariana Pagot Mag. Ing. Mariano Corral

Nombre de la Actividad Curricular	Hidrología Estocástica.
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico - Práctico

Carácter	Optativa
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	18 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Ing. Teresa Reyna Dr. Ing. Santiago Reyna Mag Ing. Juan Francisco Weber

Nombre de la Actividad Curricular	Mecánica de los Fluidos Avanzada y Turbulencia
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico - Práctico
Carácter	Optativa
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Ing. Sergio Elaskar Dr. Ing. Carlos García Rodríguez Dr. Ing. Santiago Reyna Ing. María Lábaque

Nombre de la Actividad Curricular	Ingeniería en Sistemas
Modalidad de la Actividad	Curso Teórico - Práctico
Carácter	Optativa
Carga Horaria Total	30 horas teóricas 30 horas prácticas
Duración en semanas	9 Semanas
Días y Horarios de clases	
Docentes a cargo del dictado	Dr. Ing. José Inaudi Dr. Ing. Santiago Reyna Dr. Ing. Teresa Reyna Mag. Ing. Mariano Corral

Nombre de la Actividad Curricular	Tutorías
Modalidad de la Actividad	Talleres Teórico – Práctico
Carácter	Obligatorio
Carga Horaria Total	40 horas
Docentes a cargo del dictado	Dr. Arnaldo Mangeaud Mag. Ing. Ana Armesto Mag. Ing. Francisco Delgadino

Nombre de la Actividad Curricular	Inglés Técnico
Carrera de Especialización en Hidráulica	



Modalidad de la Actividad	Examen
Carácter	Obligatorio
Docentes	Mag. Trad. Carolina Caeiro

Total de horas presenciales Teóricas Mínimas: 210 hs

Total de horas presenciales Act. Prácticas Mínimas: 204 Horas

Total de Horas presenciales Teóricas – Prácticas: 420 horas

Total Horas Tutorías: 40 Horas

Total de semanas por año: 18 semanas.

Las clases se dictan cada quince días.

Total de años: 1 año de cursado

Tiempo máximo de presentación del examen luego de finalizado el cursado: 2 años

(Nota: el número total de horas teóricas y prácticas dependerá de las materias optativas que elija el alumno).


 Prof. Ing. DANIEL LAGO
 SECRETARIO GENERAL
 Facultad de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




 Prof. Ing. HECTOR GABRIEL FAVELLA
 DECANO
 Facultad de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales
 Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO II DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Código: Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Proporcionar al alumno una formación lo más ajustada a la concepción moderna de la Hidrogeología. Capacitar al alumno de manera de ser capaz de estudiar una región desde un punto de vista hidrogeológico y aplicar sus conocimientos en el caso de situaciones concretas: explotación de acuíferos, protección de acuíferos, caracterización de una contaminación, etc. Profundizar los conocimientos teórico-prácticos necesarios para evaluar los recursos hídricos de una determinada zona y planificar la explotación racional de los mismos. Prestar especial atención a la hidráulica de captaciones y al estudio del contexto geológico y regional de las aguas subterráneas.		
Programa Sintético 1. Introducción 2. Porosidad. Relaciones en el medio poroso. Propiedades físicas de Acuíferos y Zonas Vadasas. 3. Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica. 4. Integración de las ecuaciones de Difusión y consolidación 5. Sistemas de Acuíferos. 6. Solución de la ecuación de difusión en régimen permanente 7. Solución de la ecuación de difusión en régimen no permanente. 8. Acuíferos confinados. 9. Acuíferos no confinados 10. Exploración Subterránea, Construcción de Pozos y Bombeo 11. Flujo Multifase de fluidos inmiscibles 12. Flujo de fluidos miscibles 13. Geostatística y aproximaciones estocásticas a la hidrogeología 14. Soluciones numéricas de flujo y ecuaciones de transporte 15. Calidad del agua subterránea. 16. Contaminación del agua subterránea.		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 6.		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.:		
Fecha:		
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba,		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica.		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Introducción

Conceptos preliminares. El ciclo del agua. Humedecimiento y secado en el suelo. Orígenes del agua subterránea. Necesidades de la obtención del agua subterránea. Ecuaciones generales de la Mecánica de los fluidos.

Unidad II – Porosidad. Relaciones en el medio poroso. Propiedades físicas de Acuíferos y Zonas Vadasas.

Porosidad total. Relaciones entre el suelo y el agua en un medio poroso. Mediciones de la porosidad. Simplificaciones de las ecuaciones de Navier-Stokes para medios esquemáticos en medios porosos.

Unidad III – Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica.

Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica. Conductividad hidráulica, Permeabilidad y Transmisividad. Limitaciones de la Ley de Darcy. Mediciones de Permeabilidad en muestras. Aproximación Probabilística La Permeabilidad y su variabilidad espacial. Movimientos del agua debido a la influencia de otras fuerzas.

Unidad IV – Integración de las ecuaciones de Difusión y consolidación.

Ecuación de difusión en Acuíferos no Confinados. Teoría de la Consolidación de Terzaghi. Efectos del agua intersticial en medios porosos. Ecuación General de Difusión: Acuíferos confinados. Suelos altamente compresibles. Otras ecuaciones Difusivas.

Unidad V – Sistemas de Acuíferos.

Tipos de Acuíferos. Reservas de Acuíferos. Condiciones usuales de borde y condiciones iniciales.

Unidad VI – Solución de la ecuación de difusión en régimen permanente.

Propiedades generales de la ecuación de Difusión. Flujo paralelo: Primera solución en régimen permanente. Solución bi-dimensional en flujo radial. Solución elemental en coordenadas esféricas. Potencial complejo en dos dimensiones.

Unidad VII – Solución de la ecuación de difusión en régimen no permanente.

Solución elemental en coordenadas radiales. Interpretación de los ensayos de bombeo. Recarga en sistemas de coordenadas radiales. Soluciones analíticas adicionales para el flujo hacia un pozo. Otras soluciones (en una dimensión) para la ecuación difusiva. Medición de la permeabilidad in-situ.

Unidad VIII –Acuíferos confinados.

Flujo de estado permanente. Método de Thiem. Flujo de estado no permanente. Método de Thei. Método de Jacob. Resumen.

Unidad IX –Acuíferos no confinados.

Flujo de estado no permanente. Método de curva de ajuste Neuman.
Flujo de estado permanente. Método de Thiem-Dupuit.

Unidad X – Exploración Subterránea.



Exploración en agua subterránea y selección de sitios para pozos. Registro de pozos. Construcción de pozos. Bombas y unidades de potencia. Deterioro y mantenimiento de pozos. Costos de pozos y bombeo.

Unidad XI – Flujo Multifase de fluidos inmiscibles

Teoría. Caso especial: flujo en medios no saturados. Movimiento en las interfaces. Problemas de polución multifases.

Unidad XII – Flujo de fluidos miscibles.

Transporte soluto de sustancias no reactivas. Leyes de interacción entre la fase inmóvil y las sustancias transportadas y los cambios psicoquímicos en las sustancias. Transmisión del calor en medios porosos.

Unidad XIII – Geostatística y aproximaciones estocásticas a la hidrogeología.

El problema de Estimación: Definición de Kriging. Kriging en el caso estático, uso de la covariación. Kriging en el caso intrínseco: definición del variograma. Algunas observaciones sobre Kriging. Interferencia estadística. Algunas observaciones adicionales sobre Kriging. Problemas no estáticos. Ejemplos de Kriging. Co-Kriging. Ecuaciones parciales estocásticas diferenciales.

Unidad XIV. Soluciones numéricas de flujo y ecuaciones de transporte

Selección de Técnicas numéricas y códigos. Diferencias finitas. Elementos finitos. Resolución de grandes Sistemas Lineales. Solución de la ecuación de transporte. Uso de un modelo.

Unidad XV – Calidad del agua subterránea.

Componentes químicos en precipitaciones atmosféricas. Efectos del suelo y de las plantas. Efectos acuíferos. Componentes del agua subterránea y adaptabilidad para el consumo. Estándares de la calidad del agua para el consumo, la irrigación y el uso industrial. Temperatura del agua subterránea y geotermómetros. Generación de potencia geotérmica.

Unidad XVI – Contaminación del agua subterránea.

Dispersión y otras atenuaciones. Intrusión del agua salada. Camino de la sal. Cloacas y lodo. Residuos sólidos. Cementerios. Agricultura. Explotación minera. Disposición de residuos radioactivos. Almacenaje subterráneo de residuos líquidos. Lagunas y estanques de evaporación. Derramamientos y pérdidas de aceite. Salidas urbanas y aguas superficiales contaminadas.

BIBLIOGRAFIA

- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- Bear, J. (1972). "Dynamics of porous media". Dover publications, Inc. N.Y., U.S.A.
- Bouwer, Herman, "Groundwater Hydrology", (1978) Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Mc. Graw Hill, N.Y.
- de Marsily, G. (1986). "Quantitative Hydrogeology - Groundwater Hydrology for Engineers". Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. N.Y.
- Kruseman, G.P., de Ridder, N.A. (1991), "Analysis and Evaluation of Pumping Test Data", Segunda Edición, publicación ILRI 47.

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ANEXO III DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: HIDRÁULICA FLUVIAL Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Código:	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Formar al alumno en el funcionamiento de los ríos y la similitud y diferencia de estos con los canales que transportan agua a lámina libre. Capacitar al alumno para permitirle intervenir sobre los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos o la reducción de los riesgos de daños.		
Programa Sintético: 1. <i>Morfología fluvial.</i> 2. <i>Hidráulica fluvial.</i> 3. <i>Encauzamientos: concepción y proyecto.</i> 4. <i>Encauzamientos: cálculo.</i> 5. <i>Encauzamientos: materiales y métodos.</i> 6. <i>Hidráulica de puentes.</i> 7. <i>Modelos en ingeniería fluvial.</i>		
Programa analítico: de foja 2 a foja 3		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja		
Bibliografía: foja 6		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:	Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Morfología fluvial.

Introducción. Clasificación básica de los ríos. Hidrología fluvial. Morfología fluvial: formas en planta. Geometría hidráulica de un río. Caudal dominante. Papel morfológico de la vegetación. Características de los torrentes. Morfología de llanuras de inundación. Deltas y estuarios. Equilibrio del fondo. Leyes de Fargue. Descripción del ecosistema fluvial.

Unidad II – Hidráulica fluvial.

Introducción. Granulometría. Principio del movimiento. Acorazamiento. Clasificación del transporte de sedimentos. Técnicas de muestreo y medición. Caudal sólido. Formas de fondo. Formas de fondo de gran escala. Ríos de arena y ríos de grava. Nociones de mecánica de transporte de sedimentos. Ecuaciones de transporte de fondo. Modelos matemáticos. Conceptos sobre erosión. Flujo en curvas. Nociones de sedimentación.

Unidad III – Encauzamientos: concepción y proyecto.

Introducción. Objetivos de un encauzamiento. Efectos de un encauzamiento. Condicionantes de un cauce estable. Modificación de la sinuosidad. Trazado de un encauzamiento. Caudal de proyecto. Análisis de riesgo en planicies de inundación. Encauzamiento de un río trenzado. Uso de espigones. Defensa de márgenes. Comportamiento de cauces estrechados. Encauzamiento de ríos de montaña. Corrección de la pendiente. Desembocaduras. Impacto ambiental de los encauzamientos. Encauzamientos urbanos.

Unidad IV – Encauzamientos: cálculo.

Introducción. Distribución de tensiones en la sección. Distribución de velocidades en la sección. Tensiones críticas y sección no erosionable. Secciones anchas y secciones en curva. Conceptos de teoría del régimen. Aplicación de la teoría del régimen. Cálculo del caudal ecológico. Cálculo de la capacidad. Resistencia al flujo en un fondo granular. Influencia del transporte sólido en el tirante. Estimación del n de Manning. Estimación de la erosión potencial. Criterio de erosión. Erosión general transitoria. Erosión general a largo plazo. Erosión en curvas. Combinación de erosiones. Erosión local en caídas, espigones y confluencias. Erosión y sedimentación. Cálculo del volumen total de transporte sólido. Modelos matemáticos.

Unidad V – Encauzamientos: materiales y métodos.

Introducción. Escollera. Gaviones. Diques laterales. Emergencia, fallo y rotura de diques laterales. Vegetación. Materiales prefabricados flexibles. Otros materiales. Formación del cauce por el río. Obras de dragado.

Unidad VI – Hidráulica de puentes..

Introducción. Problemas hidráulicos de los puentes. Emplazamiento de un puente. Alineación del puente. Dimensionamiento del vano: altura libre. Economía y efectos del ancho libre. Llanuras de inundación. Obras de encauzamiento. Puentes sobre cauces intermitentes. Estudio de las erosiones. Erosión local en pilas. Erosión local en estribos. Protección de pilas. Otras acciones hidráulicas.

Unidad VII – Modelos en ingeniería fluvial.



Introducción. Utilidad. Análisis de semejanza. Modelos dsitorsionados y no distorsionados. Escalas de semejanza. Modelos fluviales con material distorsionado. Modelos de erosión local. Modelos matemáticos: introducción. Modelos HEC-RAS y HEC-6. Ejemplos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Pe, J. (1980). *Hidráulica de sedimentos*. Universidad de los Andes, Venezuela.

HEC-RAS. (2008). *Manual del usuario*. Hydrologic Engineering Centers River Analysis System. US Army Corps. USA

Martín Vide, J. P. (2003). *Ingeniería de Ríos*. Alfaomega, México.

Maza Alvarez, J. A., García Flores, M. (1996). *Manual de Ingeniería de Ríos*. Instituto de Ingeniería UNAM, México.


Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba



ANEXO IV DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	
ESPECIALIZACIÓN EN IDRÁULICA	Código: Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Capacitar en los procesos de planificación hídrica. Identificar las necesidades de estudios básicos para la planificación hídrica. Adiestrar en el uso de instrumentos para la planificación de los recursos hídricos. Capacitar en las técnicas para la toma de decisión y análisis posterior. Internalizar la problemática de los recursos hídricos en los procesos de toma de decisión, en políticas y técnicas de prevención. Completar los conocimientos del estudiante relacionados a los sistemas de riego y a la determinación de la Evapotranspiración del cultivo. Transmitir al estudiante el concepto de la valoración económica del agua y el efecto de la tarifa de la energía eléctrica sobre el coste del agua.		
Programa Sintético 1. Introducción a la Planificación Hídrica. 2. Estudio de la planificación. Administración de los datos. Datos físicos. Datos socioeconómicos. 3. Modelos de recursos hídricos. 4. Formulación y Evaluación de alternativas. Ejecución y Análisis posterior. 5. Conceptos Básicos de Planificación y Economía de los Recursos 6. Elementos de la Formulación y Evaluación de Proyectos 7. Identificación y Evaluación de Proyectos Preliminares. Planes Regionales 8. Análisis Económicos y Análisis Financiero. Precio para el Análisis Económico y Financiero 9. Análisis de Riesgo e Incertidumbre y otros estudios que involucran probabilidades 10. Modelos Matemáticos para el desarrollo de planificación de alternativas y Modelos para Optimización. Programas de Administración de Planificación 11. Riego. El agua en la planta. 12. Red de riego y sistemas de distribución Obras externas e internas a la red de riego y saneamiento agrícola. 13. Evapotranspiración. 14. El concepto económico del agua y el cálculo del valor del agua como coste y los recursos hídricos superficiales. 15. Estructura y calculo del coste de obtención del agua El valor del agua en función de la productividad. 16. Valor del agua de riego mediante la estimación de la inversión para el ahorro. 17. El valor del agua de riego como coste de oportunidad medioambiental.		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 3.		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:		
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica.		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Introducción a la Planificación de los Recursos

Introducción a la Planificación. Antecedentes históricos. Modelo de planificación. Limitaciones de la planificación. Tendencias recientes. Descripción de la planificación de los recursos hídricos. Los planificadores. Propósito de la Planificación de los Recursos Hídricos.

Unidad II – Estudio de la Planificación de los Recursos – Administración de datos. Datos Físicos y Datos Socioeconómicos

Estudio de la planificación. Metas y objetivos. Organización del estudio de la planificación. Administración del estudio de la planificación. Presupuesto para planificación. Administración de los datos. Introducción. Etapas. Economía. Datos físicos. Geología. Recursos del suelo. Aguas subterráneas. Geografía física. Meteorología. Hidrología superficial. Calidad del agua. Medio ambiente. Datos socioeconómicos. Análisis institucional. Datos demográficos. Datos económicos. Datos financieros. Datos legales. Datos sociales.

Unidad III – Modelos de Recursos Hídricos

Modelos de recursos hídricos. Modelos hidrológicos. Modelos hidráulicos. Modelos de agua subterránea. Modelos generales de simulación. Modelos de optimización.

Unidad IV – Formulación y Evaluación de Alternativas. Ejecución y Análisis Posterior

Formulación de alternativas. Principios generales. Alternativas para los estudios de políticas, de apoyo y evaluación general. Alternativas en el abastecimiento de agua. Alternativas en el control de crecidas. Alternativas en energía hidroeléctrica. Embalses de uso múltiple. Navegación. Calidad de agua. Peces y fauna silvestre. Recreación. Evaluación de alternativas. Introducción. Teoría de la evaluación. Práctica de la evaluación. Evaluación de políticas. Evaluación de las funciones de los recursos hídricos. Ejecución del plan. Significado de ejecución. Participación del público. Informes escritos. Fracaso de los planes. Éxito de los planes. Análisis posterior. Introducción. Proceso de análisis. Casos de estudio.

Unidad V – Conceptos Básicos de Planificación y Economía de los Recursos

Área de planificación. Programas de Planificación. Principios Generales del Análisis de Proyecto. Análisis económico y financiero. Costos anuales y de inversión. Relaciones entre el precio y la demanda. Tasa de interés. Planificación Multiobjetivo. Aproximación a la Formulación de Proyectos. Análisis y orden de los proyectos multiobjetivos. Curvas de indiferencia. Diferencia entre políticas del sector privado y público. Cálculo de la tasa de descuento.

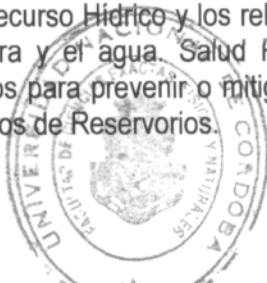
Unidad VI – Elementos de la Formulación y Evaluación de Proyectos

Secuencia de estudio para un proyecto de ingeniería. Formulación de un proyecto de ingeniería. Estudios Regionales. Otros tipos de estudios. Evaluación de proyectos. Consideraciones para la Evaluación de proyectos privados. Evaluación de proyectos en Países en Desarrollo. Tendencias recientes en la Evaluación de Proyectos.

Datos para estudios demográficos. Proyecciones de Población. Proyecciones Económico-demográficos. Recursos Hídricos: necesidades para el suministro de agua. Conservación del Agua y otras alternativas no estructurales. Elasticidad del precio de la demanda de agua. Relación entre Agua y Energía.

Unidad VII – Identificación y Evaluación de Proyectos Preliminares. Planes Regionales

Técnica Screening. Mapeo de Restricciones. Screening basado en Consideraciones ingenieriles. Screening que incluyen consideraciones de Propósitos y Objetivos Múltiples. Revisión y ajuste de los datos de base para la Comparación Preliminar de Alternativas. Revisión y Ajuste de datos para el Plan Maestro. Rol de las consideraciones Ambientales en Planes de Recurso Hídrico y los relacionados con Uso del Suelos. Tipos de Impacto Ambiental y su relación con la tierra y el agua. Salud Pública y aspectos relacionados con la planificación de los recursos hídricos. Métodos para prevenir o mitigar los impactos adversos del desarrollo del recurso. Screening Ambiental para proyectos de Reservorios.



Definición de Plan Maestro. Planes para Cuencas de Ríos. Plan Maestro de proyectos para Suministro de agua Municipal. Proyectos multipropósitos. Planes de Manejo de la Calidad de Agua Regional. Propósitos y beneficios de la participación Pública. Requerimientos de Participación Pública. Factores que contribuyen a una participación pública efectiva.

Unidad VIII– Análisis Económicos y Análisis Financiero. Precios para el Análisis Económico y Financiero

Evaluación Beneficio – Costo. Análisis Económico de una planta hidroeléctrica. Análisis Económico de Suministro de Agua Municipal. Análisis Económico de Sistemas de Riego. Análisis Económico de Control de inundaciones. Análisis Económico de Manejo de la Calidad de Agua. Tasa de Retorno. Análisis de Riesgo. Efectos de la Inflación. Análisis económico de proyectos multipropósitos. Componentes de un análisis financiero. Análisis Financiero de Sistemas de Riego. Análisis Financiero de Control de inundaciones. Análisis Financiero Planes de Manejo de la Calidad de Agua. Análisis Financiero de proyectos Multipropósitos. Asignación de Costo y Subsidios.

Base de los costos para el Análisis Financiero. Componentes de un proyecto de construcción. Costos Anuales. Base de los costos y beneficios para el Análisis Económico. Conceptos generales de las mediciones de de los beneficios. Economías externas y desecomomías. Precios sombras. Costos de Infraestructura.

Unidad IX– Análisis de Riesgo e Incertidumbre y otros estudios que involucran probabilidades

Riesgo e Incertidumbre. Series de flujo. Duración y frecuencia de los análisis. Probabilidades. Caudales de diseño de atagüa y vertederos. Riesgo de catástrofes. Falla de presas. Análisis de Riesgo usando la simulación Monte Carlo y Distribución Triangular. Análisis de sensibilidad

Unidad X– Modelos Matemáticos para el desarrollo de planificación de alternativas y Modelos para Optimización. Programas de Administración de Planificación.

Análisis de sistemas. Optimización. Principios de operación de reservorios. Aproximaciones al empleo de análisis de series estocásticas. Aplicación de las simulaciones de sistemas de reservorios. Aplicación del análisis de sistemas en los estudios de Calidad de Agua. Técnicas de programación matemática. Técnicas de simulación. Técnicas para objetivos que no son cuantificables en términos monetarios. Teoría de multicriterios y multi-atributos.

Esquemas de servicios de planificación. Análisis de redes (CPM y PERT). Costos de estudios típicos.

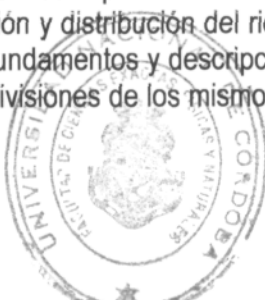
Unidad XI – Riego. El agua en la planta.

Reseña histórica de los cultivos bajo riego. Aspectos multidisciplinarios del proyecto y la práctica de los cultivos bajo riego. Pluviosidad y agricultura. Cultivos de secano. Índices de Aridez. Necesidad e importancia del aporte artificial de agua a los suelos. Formas de obtenerla. El Ciclo Hidrológico desde el punto de vista agrícola. Estudio, clasificación y evaluación de los suelos agrícolas. Agua inmóvil: en el interior del cristal, adsorbida, de los contactos, higroscópica, de hinchazón. Agua de movilidad restringida. Capilaridad. Agua móvil gravitacional. Grados notables de la humedad en el suelo. PF. Ósmosis. Accesibilidad del agua en el suelo por los vegetales.

Consumo de agua por las plantas. Evapotranspiración. Ecuaciones de Blaney y Criddle, de Thornthwaite y de Turc. Uso consuntivo. Déficit pluviométrico y déficit agrícola. Formas de combatir el déficit agrícola. Necesidad de los riegos. Uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Efectos secundarios de los riegos. Clasificación general de los riegos.

Unidad XII Red de riego y sistemas de distribución. Obras externas e internas a la red de riego y saneamiento agrícola.

Perímetro dominado, regable y regado. Red a gravedad y a presión. Servicio combinado. Elementos de base para el estudio de un proyecto de riego. Características prácticas del riego. Dosis, módulo, unidad parcelaria, sección de riego, duración del riego. Organización y distribución del riego. Sistemas de distribución del riego. Clasificación. Riegos a gravedad y a presión. Fundamentos y descripción general de los riegos por desborde, infiltración, inundación, aspersión y goteo. Subdivisiones de los mismos. Ventajas y desventajas de cada uno. Ejemplos y aplicaciones.



Descripción de las obras de toma: a) superficiales con aguas claras; libres, con presas e intermitentes; b) subterráneas con presas, a galerías filtrantes, con pozos, de manantiales; c) superficiales con aguas con material de arrastre y en suspensión, relación de toma, efecto Bulle, experiencias de Dancy, influencia de la curvatura. Desarenadores. Ubicación ideal de las obras de toma. Obras internas de la red de riego. Descripción general, utilidades y ubicación de las mismas. Canales primarios, secundarios, terciarios; partidores; obras de alivio; sifones invertidos; túneles; acueductos; saltos y rápidas. Obras de toma y conducciones a presión baja, media y alta. Depósitos de riego. Otras. Ventajas y desventajas. La red de drenaje o saneamiento. Drenes a cielo abierto y enterrados; colectores; emisarios; receptores. Obras complementarias. Separación de zanjas y drenes.

Unidad XIII – Evapotranspiración

Evapotranspiración de referencia (ET_o). Ecuación de FAO Penman-Monteith. Datos meteorológicos. Determinación de ET_o. Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar. Introducción a la evapotranspiración del cultivo (ET_c). ET_c – coeficiente único del cultivo (K_c). ET_c – coeficiente dual del cultivo ($K_c = K_{cb} + K_e$). Evapotranspiración del cultivo en condiciones no-estándar. ET_c bajo condiciones de estrés hídrico. ET_c para vegetación natural, atípica y subóptima. ET_c bajo distintas prácticas de manejo. ET_c fuera de la temporada productiva. Bases físicas de los parámetros usados en el cálculo de la evapotranspiración. Análisis estadístico de los datos climáticos. Medida y determinación de la integridad de los datos. Meteorológicos. Corrección de datos climáticos obtenidos en estaciones no-referenciales para calcular ET_o. Cálculo de K_c para el estado inicial de los cultivos anuales

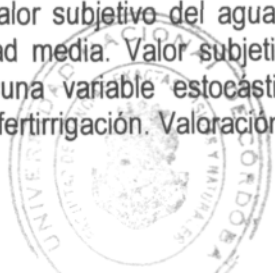
Unidad XIV – El concepto económico del agua y el cálculo del valor del agua como coste y los recursos hídricos superficiales

Evolución del concepto económico del agua de. Representación esquemática de la evolución del agua. Algunos datos estadísticos de la evolución del consumo de agua y de los regadíos. Aplicaciones de la valoración del agua de riego. El precio de coste. Estructura y cálculo del coste de obtención del agua superficial. Amortización y mantenimiento de las instalaciones del agua superficial. Costes variables. Algunos casos prácticos del cálculo del coste de obtención y distribución del agua superficial. Ingresos y gastos en las comunidades de regantes. El efecto de la tarifa de la energía eléctrica sobre el coste del agua. El valor del agua de riego superficial a partir de la evaluación de inversiones en obra pública. Caso práctico de cálculo del valor del agua superficial para riego a partir de la evaluación de inversiones considerando las instalaciones de riego. Coste y tarifa.

Unidad XV – Estructura y calculo del coste de obtención del agua. El valor del agua en función de la productividad

Introducción. Componentes del coste de obtención del agua subterránea. Cálculo del coste total de establecimiento de una extracción de agua subterránea para riego a partir de presupuestos reales. La evolución de la profundidad de los acuíferos. El coste de las instalaciones del grupo de elevación. Costes de funcionamiento (cálculo teórico). Cálculo del coste del agua de riego como inversión. Cotización de las acciones y participaciones en empresas asociativas de riego. Casos particulares. Coste del agua elevada en diversos cultivos de Arizona. Estructura y evolución del coste del agua de riego en empresas asociativas. Estructura y evolución del coste del agua de riego en empresas asociativas: análisis individualizado. Trabajos que ofrecen información sobre estructuras de costes.

Introducción. Estructura del coste de desalación. Estimación del coste total de desalación. Criterios de empleo del agua reutilizada. Estructura del coste de agua reutilizada. Algunos casos reales del coste de agua reutilizada en España. Valoración del agua reutilizada. El valor del agua de riego como coste marginal. Valor subjetivo y valor objetivo en la valoración del agua de riego. Valor subjetivo del agua de riego partiendo de las funciones de producción. Valor subjetivo del agua de riego en función de la dosis de agua empleada. Valor subjetivo del agua de riego como coste marginal en una función de rendimiento. Cálculo del valor de agua de riego a partir de la productividad media. Valor subjetivo del agua en cultivos de secano y en cultivos de regadío mediante el uso de la productividad media. Valor subjetivo del agua de riego en función de los cultivos. Valor del agua de riego como una variable estocástica. Valor subjetivo del agua de riego considerando factores ligados, El caso de la fertirrigación. Valoración de daños por inundación.



Unidad XVI – Valor del agua de riego mediante la estimación de la inversión para el ahorro.

El ahorro del agua de riego, Su coste. Eficiencia de los sistemas de riego. Utilización de los sistemas de riego en distintos países. Datos teóricos y contrastaciones empíricas sobre el ahorro del agua. Eficiencia de los distintos sistemas de riego mediante datos de una empresa asociativa para riego. Valor subjetivo del agua de riego en función del sistema de riego. Hipótesis de la igualdad de rendimiento-calidad de la cosecha. Hipótesis de la igualdad de la estructura de otros costes de cultivo. Valor subjetivo del agua de riego en función del ahorro y del coste de capital. Hipótesis del coste constante de la inversión en riego localizado. Estudios empíricos del coste de la inversión en riego localizado. Umbral de sustituibilidad.

Unidad XVII – El valor del agua de riego como coste de oportunidad medioambiental

El agua como recurso natural. Métodos de valoración de los recursos naturales aplicados al agua. Métodos de valoración contingente. Método del coste del viaje. Método de las variables hedónicas. Otros métodos.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, Richard G., Pereira, Luis S., Raes, Dirk, Smith, Martin. (2006) "*Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Barbero, A. J.; Ceilp (1982) "*Teorías sobre el drenaje de tierras agrícolas*".
- Caballer, V. Guadalajara, N. (2007) *Valoración económica del agua de riego*. ISBN: 84-7114-729-7. Editorial Mundi-Prensa
- Gillet, Billy. E. (1976) "Introduction to Operations Research". Mc. Graw Hill, New York.
- Goodman, Alvin. (1984). "Principles of Water Resources Planning". Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Helweg, Otto. J. (1992), "Recursos Hidráulicos. Planeación y Administración", Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México.
- J. L. de Paco Lopez, J. L.; Sánchez (1992) "*Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje*"; Ediciones Mundi Prensa; Madrid.
- Luthin, J. N.; Krieger; (1988). "*Drainage Engineering*"; Nueva York.
- M. Poiree y Ch. Ollier; (1990) "*Saneamiento Agrícola*"; E.T.A.; Barcelona.
- Tschapek, M.W. (1978). "*El agua en el suelo*"; INTA.; Buenos Aires.



Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO V DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA COMPUTACIONAL	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de la Hidrología e Hidráulica. Conocer las aplicaciones computacionales para el uso de los estudios hidrológicos e hidráulicos. Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área. Construir modelos que permitan resolver los procesos del agua en la superficie con los enfoques teóricos y metodologías de cálculo que estiman las relaciones volumétricas entre precipitación y escurrimiento, distribución temporal y espacial, todo ello en diferentes circunstancias, conforme con las necesidades de proyectos de ingeniería de caracterización.		
Programa Sintético 1. <i>Introducción a la Hidrología Características de los modelos hidrológicos</i> 2. <i>Introducción a la Hidráulica</i> 3. <i>Flujo Gradualmente Variado. Trazado de Perfiles de Flujo. Ecuaciones básicas de transporte de Sedimentos Tipos de modelos.</i> 4. <i>Rotura de Presas. Celeridad de la Onda. Solución de las Ecuaciones de Saint Venant. Esquemas de solución</i> 5. <i>Programa HEC-1 y HEC-HMS</i> 6. <i>Programa HEC-RAS</i> 7. <i>Programa: Storm Water Management Model (SWMM/ EPASWMM)</i> 8. <i>Programa Qual2k (Modeling Framework for Simulationg River and Strem Water Quality)</i>		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 4.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 4.		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba,		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica.		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Introducción a la Hidrología . Características de los modelos hidrológicos

El concepto de cuenca hidrográfica. Precipitación. Tormentas de diseño. Evaporación y evapotranspiración. Intercepción. Infiltración. Estimación de la capacidad de infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Discretización de la cuenca como procedimiento de abstracción matemática. Red de elementos hidráulicos, laderas, canales y tuberías. Relaciones entre lluvia y descarga. Introducción a los sistemas lineales. Propagación de crecidas. Identificación de métodos basados en soluciones simplificadas y completas de las ecuaciones. Modelos de eventos y modelos semicontínuos.

Generación de un modelo. Conceptos preliminares. Generación de redes de desagües.

Métodos basados en función del almacenamiento. Propagación en: Elementos de subcuenca (flujo sobre ladera). Elementos de canal (flujo en canales trapezoidales o parabólicos). Elementos de tubería (flujo en canales circulares). Estructuras de control (vertederos y orificios)

Condiciones de contorno y condiciones iniciales: Efectos de remanso bajo condiciones de marea. Flujo a presión o bajo carga. Flujo inverso. Flujo a través de dispositivos especiales como vertederos, orificios y bombas. Dispositivos de almacenamiento.

Estaciones de bombeo: Con cámara de almacenamiento (fuera de línea). Estación de bombeo en línea. Creación de un nuevo proyecto. Configuraciones por defecto. Datos de calibración. Tipos de objetos.

Unidad II – Introducción a la Hidráulica

Ecuaciones básicas del flujo unidimensional en canales. Ecuaciones de gobierno. Hipótesis básicas. Ecuación diferencial de conservación de masa. Ecuación diferencial de cantidad de movimiento. Ecuación diferencial de la energía mecánica. Ecuaciones de gobierno para tipos específicos de flujo: flujo permanente y uniforme, flujo permanente gradualmente variado, flujo permanente espacialmente variado, flujo permanente rápidamente variado, flujo impermanente y uniforme, flujo impermanente gradualmente variado. Flujo crítico. Introducción. Propiedades del flujo crítico: secciones rectangulares y no rectangulares. Aplicaciones del flujo crítico. Flujo uniforme. Resistencia al flujo. Ecuaciones de Manning – otras fórmulas de resistencia. Cálculo de la profundidad normal. La sección hidráulicamente óptima. Flujo uniforme en canales de sección compuesta: método del n equivalente. Ecuaciones. Distribución lateral de velocidades en flujo uniforme. El Método del Canal Dividido (DCM). Algoritmo de resolución. El Método de la Distribución Lateral (LDM). Ecuación diferencial. Soluciones numérica y analítica. Flujo gradualmente variado. Ecuaciones de gobierno. Clasificación de los perfiles de flujo. Análisis de los perfiles de flujo. Trazado de perfiles de flujo. Caudal evacuado por un reservorio. Perfiles de flujo en canales de sección compuesta.

Unidad III - Flujo Gradualmente Variado. Trazado de Perfiles de Flujo. Ecuaciones básicas de transporte de Sedimentos

Cálculo del flujo gradualmente variado. El método del paso directo. El método del paso estándar. Los métodos de Euler, Euler mejorado, Euler modificado y Runge-Kutta de 4º orden. El método predictor – corrector. Solución

Solución simultánea del flujo gradualmente variado. Ecuaciones de gobierno. Canales en serie. Redes de canales. Algoritmo de resolución. Flujo rápidamente variado. Aplicación de las leyes de conservación. Resalto hidráulico. Relación entre tirantes conjugados. Longitud del resalto. Ubicación del resalto. Transiciones en canales en flujo subcrítico y flujo supercrítico. Resalto hidráulico oblicuo. Vvertederos de pared delgada y gruesa. Flujo espacialmente variado. Descarga lateral. Ecuaciones de gobierno. Soluciones analíticas. Perfiles de flujo espacialmente variado. Vvertedero lateral. Sumidero de fondo. Aporte lateral. Solución analítica. Casos particulares de flujo. Flujo en curvas: subcrítico y supercrítico. Flujo a través de alcantarillas. Ecuaciones de gasto. Flujo rápidamente variado a través de contracciones en puentes. Método de cálculo. Flujo impermanente rápidamente variado. Ondas elementales. Altura y celeridad de una onda gravitatoria. Ecuación de continuidad y de momentum. Propagación de ondas en un escalón de fondo. Encuentro de dos

ondas. Introducción a la mecánica del transporte de sedimentos. Procesos de transporte de sedimentos. Procesos de degradación y agregación en cursos fluviales. Erosión local y generalizada.

Unidad IV – Rotura de Presas. Celeridad de la Onda. Solución de las Ecuaciones de Saint Venant. Esquemas de solución

Ruptura de una presa. Flujos pulsantes. Flujo impermanente gradualmente variado. Ecuaciones constitutivas: ecuaciones de Saint-Venant. Modelos de onda cinemática, difusiva, dinámica. Condiciones iniciales y de borde. Distribución no hidrostática de presiones: ecuaciones de Boussinesq. Formas diferenciales de las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento. Formas integrales. Modelo de onda cinemática. Celeridad de la onda cinemática. Solución analítica para la onda cinemática. Solución numérica de la onda cinemática. Esquema lineal. Esquema no lineal. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las características: el método de las características. Condiciones iniciales y de borde. El método de los intervalos especificados. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las diferencias finitas. Esquemas explícitos en diferencias finitas: esquema elemental, esquema de Lax, esquema de McCormack. Esquemas implícitos en diferencias finitas.

Unidad V – HEC-1/HEC-HMS

HEC-1. Simulación de los procesos de precipitación – escorrentía – tránsito. Capacidades: Precipitación, permite describir un evento observado, Modelos de pérdidas, Modelos de escurrimiento directo, Modelos de tránsitos hidrológicos, Modelos de confluencias y bifurcaciones de corrientes.

Componentes de escurrimiento: Modelos que computan volumen de escurrimiento. Modelos de pérdidas. Green y Ampt. Modelos de escorrentía directa (flujo sobre ladera). Hidrograma unitario. Hidrograma unitario sintético de Clark. Hidrograma unitario sintético de Snyder. Hidrograma unitario sintético SCS. Onda Cinemática. Modelos de flujo base. Reservorio lineal. Modelos de flujo en canales. Onda cinemática. Puls modificado. Muskingum-Cunge. Muskingum, R y D. Confluencia. Bifurcación. Flujo sobre coronamiento de una presa (Overtopping). Rotura de presas, brechas (Dam- break). Análisis de multiflujos-multiplanos que permiten la simulación de varias relaciones de un flujo de diseño para diferentes planes de una red de escurrimiento en una única corrida computacional. Análisis económicos de cada alternativa de los flujos múltiples y multiplanos. Opciones de optimización del sistema de control de crecidas

HEC-HMS. Capacidades. Interfase gráfica. Diferencias con HEC-1. Modelos de escorrentía distribuidos para datos de precipitación distribuida proveniente de radares, Modelos simplificados para modelar humedad del suelo continua para simulación para largos períodos sobre cuencas (SMA). Análisis de Resultados. Visualización de resultados.

Unidad VI – HEC-RAS

Canales en serie. Redes de canales. Algoritmo de resolución. Elementos. Confluencias. Alcantarillas. Puentes. Análisis de multiflujos-multiplanos que permiten la simulación de varias relaciones de un flujo de diseño para diferentes planes de una red de escurrimiento en una única corrida computacional. Análisis económicos de cada alternativa de los flujos múltiples y multiplanos. Opciones de optimización del sistema de control de crecidas. Valoración de erosión. Aplicación para flujos variables. Opciones de calidad del efluente.

Unidad VII – SWMM - EPASWMM

Descripción. Bloque Ejecutivo. Bloques de Servicio (Statistics, Graph, Combine, Rain, Temp). Bloques computacionales (Runoff, Transport, Extran, Storage/Treatment). Funciones. Ingreso de Datos en SWMM. Operación del Programa. Errores de Ingreso. Interface entre bloques. Rutina de gráficos. Bloque Runof: Conceptos preliminares. Descripción del bloque. Operación del programa. Ingreso de datos. Datos meteorológicos. Datos cuantitativos de superficie. Discretización de la cuenca. Conducciones. Datos cualitativos de superficie. Procesos de Calidad



Bloque Transport: Conceptos preliminares. Métodos para el tránsito de polutogramas. Descripción del bloque. Descripción del tránsito de caudales. Descripción del tránsito de contaminantes. Operación del programa. Ingreso de datos. Datos cuantitativos de superficie. Datos referentes a las conducciones. Almacenamiento interno. Modelo de Infiltración.

Resultados: Polutogramas. Personalización de tablas y gráficos. Análisis de problemas de surgencia. Evaluación de la capacidad de redes. Niveles de inundabilidad. Análisis en tiempo real

Unidad VIII – Programa Qual2k (Modeling Framework for Simulationg River and Strem Water Quality)

Conceptos de balance de flujo y masas, características hidráulicas de los ríos, tiempos de residencia, longitud de la dispersión, balance de calor, fenómenos de transporte de contaminantes: advección, dispersión, reacciones de oxido reducción. Uso del Modelo computacional QUAL2K. Conceptualización del modelo, reacciones fundamentales, variables, calibración del modelo, aplicación a casos concretos de contaminación con carga orgánica.

BIBLIOGRAFIA

- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- Chow, V. T. *Hidráulica de los canales abiertos*. Editorial Diana. 1982.
- Chow, V.T. Maidment, D.R. y Mays, L.W. *Hidrología Aplicada*. Mc. Graw Hill. 1994.
- Delleur, J.W. *Advanced Hydrology*. School of Civil Engineering. Purdue University. U.S.A. 1993.
- French, R. *Hidráulica de los canales abiertos*. Mc. Graw Hill. 1988.
- Linsley, Kohler y Paulus. Hidrología para ingenieros. Mc. Graw Hill. 2da Edición. 1986.
- Reyna,S y otros. Manual de Hidrología Urbana. 2007.
- U.S. Army Corps of Engineers *Manual. HEC-1 Simulación de Eventos Hidrológicos*. Hydrologic Engineering Center, USA. 1985 – 1997.
- U.S. Environmental Protection Agency. *Manual. SWMM. Storm Water Management Model*. USA. 2003.
- U.S. Army Corps of Engineers. *Manual. HEC-1 Simulación de Eventos Hidrológicos*. Hydrologic Engineering Center, USA. 1997.
- U.S. Army Corps of Engineers. *HEC – HMS de Simulación de Eventos Hidrológicos*. Hydrologic Engineering Center. USA. 2008


Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO VI DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Código: Plan: Carga Horaria: 60 horas Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
<i>Objetivos: Generar conocimientos avanzados en la problemática del proyecto y la construcción de las obras hidráulicas. Completar los conocimientos del estudiante relacionados a las centrales hidráulicas adquiridos en la materia Obras Hidráulicas. Comprender los problemas de dimensionamiento energético. Completar los conocimientos de los distintos tipos de turbinas. Dar al alumno las herramientas para poder realizar el estudio, proyecto, dirección, construcción de: presas de embalse y centrales hidroeléctricas. Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas del área.</i>		
Programa Sintético 1. Presas de Materiales Suelos 2. Fundación de presas 3. Presas de Gravedad y Arco 4. Vertederos 5. Obras de toma y conducción. 6. Túneles en presión. 7. Operación y mantenimiento. 8. Centrales y Máquinas Hidráulicas. Conceptos básicos. 9. Energía disponible en mares y océanos. 10. Mercado eléctrico. 11. Aprovechamiento integral de una cuenca. 12. Chimeneas de equilibrio. 13. Tuberías forzadas y Pozos a presión 14. Dimensionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos. 15. Máquinas Hidráulicas.		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 3.		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba,		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Presas de Materiales Suelos

Presas de Materiales Suelos. Conceptos fundamentales. Clasificación. Presas de tierra. Altura. Perfil transversal. Taludes. Ancho de coronamiento. Resguardo. Protección de taludes. Banquetas. Rotura de presas. Impermeabilidad. Materiales del cuerpo de presa. Propiedades. Preparación, colocación y transporte de material. Maquinaria. Línea de saturación. Drenes, espaldones y núcleos. Rastrillos. Zampeados. Desembalse rápido. Asientos. Presas de escollera. Tipos de perfiles. Impermeabilización. Pantallas.

Unidad II – Fundación de presas

Fundación de Presas. Generalidades. Estudios geológico-geotécnicos. Fuentes de información. Métodos exploratorios del subsuelo. Métodos geofísicos. Ensayos de laboratorio y de campo. Cimientos rocosos. Características de cimientos de arena y grava. Métodos de tratamiento. Proyectos de cimentación. Tratamientos de cimientos de limo y arcilla. Presas sobre cimentación permeable. Zampeados. Pantallas. Subpresión y filtración. Fundación de vertederos.

Unidad III – Presas de Gravedad y Arco

Presas de Gravedad. Conceptos fundamentales. Evolución del perfil. Estabilidad al vuelco y deslizamiento. Distribución de tensiones y deformaciones en presas de gravedad. Acciones dinámicas. Métodos constructivos. Materiales utilizados. Presas de HCR. Métodos constructivos. Presas en Arco. Ventajas. Condiciones de aplicación. Estribos. Acción de ménsula y arco. Juntas horizontales. Tipos de presas de arco. Presas de radio constante. Presas de radio variable. Métodos de cálculo. Deformaciones en estribos y cimentación. Condiciones de aplicación. Método de elementos finitos. Presas arco-gravedad.

Unidad IV – Vertederos

Vertederos. Partes componentes. Funcionamiento hidráulico. Perfil de vertedero. Fijación de la capacidad del vertedero. Análisis de riesgo. Adaptación del vertedero al resto de la presa. Muros cajeros. Pilas. Vertederos con compuertas. Mecanismos. Hidráulica de las rápidas. Emulsión de aire. Cuencos amortiguadores. Resalto hidráulico. Diseños tipo. Problemas en un vertedero. Saltos esquí. Morning Glory. Chorros cruzados.

Unidad V – Obras de toma y conducción

Obras de toma, descarga y derivación. Ubicación. Tomas en embalses de regulación. Tomas en presas de derivación. Tomas en esquemas reversibles. Descargadores de fondo. Desarenadores. Función limpiadora. Función en el desvío. Control de nivel y vaciado. Funcionamiento hidráulico. Cavitación. Abrasión. Rejas. Compuertas.

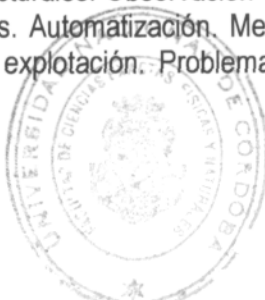
Unidad VI – Túneles en presión

Estado tensional de un macizo rocoso. Distorsión del estado tensional. Descompresión. Trazado en planta y perfil. Tipos de sección. Sostenimiento provisional. Revestimiento. Túneles sin revestimiento. Chimeneas. Finalidad de las chimeneas. Consideraciones sobre el dimensionamiento. Tipología. Disposiciones constructivas. Cálculo. Condiciones para el dimensionamiento. Chimeneas en la descarga. Estabilidad. Golpe de Ariete. Ecuación de Allievi. Cierre Rápido y cierre lento. Método de las características. Transitorios ocasionados por las turbinas.

Unidad VII – Operación y mantenimiento

Operación y Mantenimiento de Presas. Explotación, vigilancia y observación. Puesta en carga de la presa. Vigilancia y auscultación. Observaciones estructurales. Observación de las filtraciones. Mantenimiento de los desagües. Operaciones de control de crecidas. Automatización. Medidas de emergencia y protección civil. Refuerzos y recrecimientos. Incidencia en la explotación. Problemas constructivos. Refuerzos de taludes. Abandono de presas. Conceptos preliminares.

Unidad VIII – Conceptos preliminares



Conceptos básicos. Introducción. Potencial bruto. Esquemas básicos. Potencia y energía efectivas. Variabilidad de caudales. Centrales subterráneas. Centrales reversibles. Captaciones. Elementos de cierre y protección. Centrales hidroeléctricas en aprovechamientos de uso múltiple. Componentes de un aprovechamiento hidroeléctrico. Definiciones. Energía hidroeléctrica y medio ambiente

Unidad IX – Energía disponible en mares y océanos

Energía disponible en mares y océanos. Centrales mareomotrices. Antecedentes históricos. Centrales de uno y dos reservorios. Centrales en flujo y reflujo. Regulación. Centrales por evaporación. Condiciones de aprovechamiento. Energía de las olas

Unidad X – Mercado eléctrico

Mercado eléctrico. Características generales. Curvas de carga. Producción y consumo de la energía eléctrica. Tipos de centrales de generación. Costo de las centrales. Función de las centrales de generación en el sistema. Potencia garantizada. Valoración de los proyectos hidroeléctricos. Equivalencia energética

Unidad XI – Aprovechamiento integral de una cuenca

Aprovechamiento integral de una cuenca. Información de partida. Potencial energético. Aprovechamiento del potencial energético. Estudio de los embalses. Modelos de simulación. Construcción escalonada

Unidad XII – Chimeneas de equilibrio

Chimeneas de equilibrio. Finalidad. Funcionamiento. Consideraciones sobre el dimensionamiento. Tipología. Cámaras de aire comprimido. Chimeneas en la descarga. Disposiciones constructivas. Cálculo. Ecuaciones básicas. Condiciones para el dimensionamiento. Estabilidad. Cálculo simplificado. Chimenea en la descarga

Unidad XIII – Tuberías forzadas y Pozos a presión

Tuberías forzadas. Golpe de ariete. Influencia de la deformabilidad de la tubería y el agua. Ecuaciones generales. Celeridad de las ondas de presión. Ecuaciones simplificadas. Ecuaciones de Allievi. Método de las características. Transitorios ocasionados por las turbinas. Solicitaciones en las tuberías. Materiales. Criterios de dimensionamiento. Disposición. Cálculo de las tuberías exteriores. Protección anticorrosivo. Pozos a presión. Introducción. Excavación. Tipos de pozos. Trazado. Cálculo de los blindajes. Protección anticorrosiva

Unidad XIV – Dimensionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos

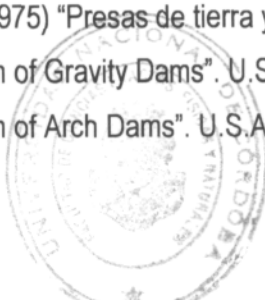
Dimensionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos. Proceso de definición de un aprovechamiento hidroeléctrico. Criterios de evaluación. Criterios de dimensionamiento. Centrales de paso. Centrales con regulación. Optimización de la conducción. Evaluación de proyectos. Influencia del mercado. Estudio financiero

Unidad XV – Máquinas Hidráulicas

Turbinas Francis. Turbinas Kaplan. Turbinas Pelton. Bombas centrífugas. Bombas axiales. Alternadores. Regulación. Centrales hidráulicas y Minicentrales.

BIBLIOGRAFIA

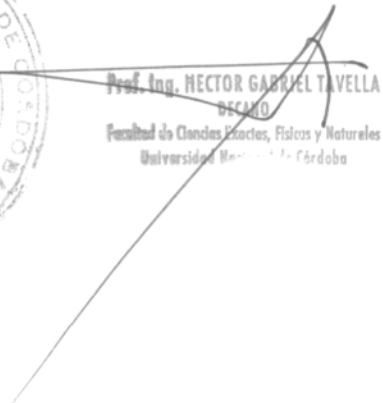
- Cuestas Diego, Luis. y Vallarino. (2000) "Aprovechamientos Hidroeléctricos. Tomo I". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.
- Cuestas Diego, Luis. y Vallarino. (2000) "Aprovechamientos Hidroeléctricos. Tomo II". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.
- Marsal, Raúl.; Resendiz Núñez, Daniel (1975) "Presas de tierra y enrocamiento" Editorial Limusa. México.
- US Bureau of Reclamation (1976) "Design of Gravity Dams". U.S.A.
- US Bureau of Reclamation (1977) "Design of Arch Dams". U.S.A.



- Vallarino, Eugenio.. (2001) "Tratado Básico de Presas". Tomo I: Generalidades- Presas de Hormigón y de Materiales Suelos. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.



Prof. Ing. DANTEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO VII DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: HIDRÁULICA COSTERA Código:	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: 60 Semestre: Carácter: <i>Optativa</i> Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Comprender y conocer los fenómenos básicos que gobiernan los procesos que ocurren en las zonas costeras y estuarinas, necesarios para el desarrollo de cualquier obra hidráulica. Conocer los fundamentos básicos utilizados en la Ingeniería de Costas y Puertos. Definir los conceptos básicos y manejar el lenguaje utilizado en esta área. Aplicar los fundamentos y conceptos básicos de la Ingeniería de Costas y Puertos. Resolver problemas de ingeniería Costera y Portuaria mediante el uso de modelos matemáticos y físicos.		
Programa Sintético: I. El Medio Marítimo II. Obras Portuarias III. Diques IV. Muelles V. Ingeniería de Costa. VI. Regeneración de Playas.		
Programa analítico: de foja 2 a foja 2		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja		
Bibliografía: foja 2		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:	Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – El Medio Marítimo

Conceptos básicos. Condiciones ambientales. Hidráulica costera. Tipos estructurales. Oleaje regular (determinista). Hipótesis realizadas y campo de validez. Ecuaciones básicas. Solución de las ecuaciones básicas. Ondas de pequeña amplitud. Movimiento de las partículas. Presión. Celeridad de grupo. Energía y flujo de energía. Ondas de amplitud finita. Oleaje irregular (probabilístico). Descripción estadística del oleaje. Descripción espectral. Régimen de oleaje. Régimen de temporales. Períodos de retorno y riesgos admisibles. Generación, propagación y rotura del oleaje. Generación del oleaje. Shoaling. Refracción. Difracción. Reflexión.

Unidad II – Obras Portuarias

Definición y funciones del puerto. Tipos de puertos. Dimensionamiento y "layout" de un puerto. Tipología de obras portuarias. Factores y criterios de diseño. Análisis básico de Riesgo. Daños.

Unidad III – Diques

Tipos y Clasificación. Diseño de la sección del dique. Diques rebasables. Diques de paramento vertical. Conceptos básicos. Parámetros hidrodinámicos. Diques verticales y mixtos. Análisis estático-dinámico de la estabilidad. Ejemplos.

Unidad IV – Muelles

Definición y funciones. Diques de escollera. Ejemplos. Pantalanes. Duques de Alba. Dragados.

Unidad V – Ingeniería Costera

Hidráulica costera. Reflexión. Rotura. Modelos. Corrientes, mareas y otros procesos hidrodinámicos. Corriente. Mareas meteorológicas. Mareas astronómicas. Otros procesos. Otros procesos hidrodinámicos. Procesos de transporte. Procesos de dispersión. Aplicaciones a sedimentos y contaminantes. Modelos físicos. Conceptos básicos. Modelos 2DV y 3D. Ensayos de playas y diques. Otros ensayos. Ingeniería Costera. Escalas espaciales y temporales en ingeniería costera. Obras de protección costera. Tipos. Muros de contención. Espigones perpendiculares a la costa y exentos. Dunas.

Unidad VI - Regeneración de playas.

Objetivos de la alimentación artificial. Tipología de obras de relleno. Estimación de los volúmenes y compatibilidad del sedimento.

BIBLIOGRAFÍA

CERC (1984). *Shore Protection Manual I y II*, Coastal Engineering Research Center, USACE, Miss., USA.

Horikawa, H. (1988). *Nearshore Dynamics and Coastal Processes I y II*, Univ. Tokio. Press.

Kamphuis, J. W. (2000) *Introduction to Coastal Engineering and Management*. Advanced Series on Ocean Engineering, Vol. 16, World Scientific, Londres.

Massel, S. (1989) *Hydrodynamics of Coastal Zones*, Elsevier, Amsterdam.

Rijn, Leo C. Van (1993). *Principles Of Sediment Transport In Rivers, Estuaries And Coastal Seas*. Amsterdam. John Wiley.

Silvester, R. (1974a) *Coastal Engineering I*, Vol 4A. Development in Geotechnical Engineering, Elsevier, Amsterdam.

Silvester, R. (1974b) *Coastal Engineering II*, Vol 4B. Development in Geotechnical Engineering, Elsevier,



Amsterdam.

Svendsen, I. And Jonsson, I. (1982) *Hydrodynamics of Coastal Regions*, Univ. Dinamarca.

U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (1989). *Environmental Engineering for Coastal Shore Protection*. Manuales Técnicos de la USACE. USA.

U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (1990). *Winter Navigation on Inland Waterways*. Manuales Técnicos de la USACE. USA.

U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (2006). *Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects*. Manuales Técnicos de la USACE. USA.

U. S. Army Corps of Engineers (USACE) (2008). *Coastal Engineering Manual - Part I, II, III, IV, V*. Manuales Técnicos de la USACE. USA.

Vicente Negro Valdecantos, Ovidio Varela Camero (2008). *Diseño de Diques Rompeolas*. 2ª edición. Colegio de Caminos, Canales y Puertos, España.


Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba



ANEXO VIII DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: MODELACIÓN FÍSICA Y MÉTODOS EXPERIMENTALES Código:	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: <i>Optativa</i> Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de la modelización física y numérica y sus aplicaciones en el campo de la ingeniería hidráulica e hidrológica. Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas del área.		
Programa Sintético 1. <i>Introducción.</i> 2. <i>Análisis dimensional y similitud</i> 3. <i>Consideraciones generales de proyecto de modelos hidráulicos</i> 4. <i>Modelos de oleaje con fondo fijo</i> 5. <i>Modelos de oleaje con fondo móvil</i> 6. <i>Modelos de fondo fijo con flujo a superficie libre</i> 7. <i>Modelos fluviales de fondo móvil</i> 8. <i>Modelos de estuarios</i> 9. <i>Modelos hidrotérmicos</i> 10. <i>Modelo de maniobras de embarcaciones libres y atracadas</i>		
Programa Analítico: de foja a foja .		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja .		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I - Introducción.

- I.1. Generalidades.
- I.2. Modelos matemáticos.
- I.3. Modelos analógicos.
- I.4. Modelos físicos reducidos

Unidad II- Análisis Dimensional y Similitud

- II.1. Análisis dimensional.
- II.2. Condiciones de similitud.

Unidad III- Consideraciones generales de proyecto de modelos hidráulicos

- III.1. Planeación experimental.
- III.2. Tipos de modelos.
- III.3. Selección de escalas.
- III.4. Tipo de rugosidades.
- III.5. Material de fondo.

Unidad IV- Modelos de oleaje con fondo fijo

- IV.1. Introducción.
- IV.2. Condiciones de similitud.
- IV.3. Selección de escalas.
- IV.4. Fronteras del modelo.
- IV.5. Efectos de escala.
- IV.6. Datos para el diseño de modelos: condiciones del estado del mar y topohidrográficos, arreglo del modelo y condiciones admisibles de operación.
- IV.7. Construcción de modelos
- IV.8. Instrumentación y equipo.
- IV.9. Operación de los modelos: calibración, verificación, ensayos de alternativas.
- IV.10. Estudios de casos.

Unidad V- Modelos de oleaje con fondo móvil

- V.1. Introducción.
- V.2. Condiciones de similitud: similitud de flujo, similitud de transporte de sedimento.
- V.3. Selección de escalas.
- V.4. Fronteras del modelo.
- V.5. Construcción.
- V.6. Ensayos.
- V.7. Trazadores en fondo fijo.
- V.8. Ejemplos de estudio.

Unidad VI- Modelos de fondo fijo con flujo a superficie libre

- VI.1. Introducción.
- VI.2. Condiciones generales de similitud.
- VI.3. Modelos de ríos de fondo fijo: condiciones de similitud y escalas, datos para el diseño de los modelos, fronteras del modelo, construcción de modelos, instrumentación y equipo, operación de los modelos.
- VI.4. Ejemplos de estudio.
- VI.5. Modelos de estructuras hidráulicas: estructuras de control y desvío, estructuras disipadoras, estructuras de bombeo, condiciones de similitud, efectos de escala, selección de escalas, fronteras



del modelo, datos para el diseño de los modelos, construcción de modelos, instrumentación y equipos.

Unidad VII- Modelos fluviales de fondo móvil

- VII.1. Generalidades.
- VII.2. Condiciones de similitud: similitud de flujo, similitud del transporte de sedimento.
- VII.3. Selección de escalas.
- VII.4. Construcción
- VII.5. Ensayos.
- VII.6. Ejemplos de estudio.

Unidad VIII- Modelos de estuarios

- VIII.1. Introducción.
- VIII.2. Condiciones de similitud.
- VIII.3. Selección de escalas.
- VIII.4. Efectos de escalas.
- VIII.5. Fronteras del modelo.
- VIII.6. Datos de campo.
- VIII.7. Construcción.
- VIII.8. Instrumentación y equipo.
- VIII.9. Ejemplos de estudio.

Unidad IX- Modelos hidrotérmicos

- IX.1. Generalidades.
- IX.2. Condiciones de similitud.
- IX.3. Selección de escalas.
- IX.4. Construcción.
- IX.5. Ensayos.
- IX.6. Ejemplos de estudio.

Unidad XI- Modelo de maniobras de embarcaciones libres y atracadas

- X.1. Generalidades.
- X.2. Condiciones de similitud.
- X.3. Modelación hidráulica.
- X.4. Modelación de la embarcación.
- X.5. Modelación de líneas de amarre y defensas.
- X.6. Selección de escalas.
- X.7. Efectos de escala.
- X.8. Construcción.
- X.9. Instrumentación y equipo.
- X.10. Embarcaciones atracadas.
- X.11. Ensayos: clasificación de ensayos, ensayos de calibración de las embarcación y sistema de amarre, centro de gravedad y momento de inercia del barco, coeficiente de elasticidad para el modelo de defensas y líneas de amarre.

BIBLIOGRAFIA

- Miguel Vergara Sánchez , (1993). Técnicas de Modelación en Hidráulica., Alfaomega.
- Goldstein R.J. (ed.) (1983). Fluid mechanics measurement. Hemisphere, Nueva York
- Holman, J.P. (1994). Experimental methods for engineers. McGraw-Hill, Nueva York, sexta edición, Edición Internacional

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Prof. Ing. HECTOR GABRIEL XAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ANEXO IX DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: HIDROLOGÍA ESTOCÁSTICA Código:	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: Avanzar los conocimientos, a nivel de maestría, del estudiante en el área de los Procesos Estocásticos. Conocer las aplicaciones del análisis de series temporales para el uso de los estudios hidrológicos. Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área.		
Programa Sintético 1. <i>Introducción a la Hidrología Estocástica</i> 2. <i>Características de las series hidrológicas</i> 3. <i>Principios estadísticos y técnicas para modelar series de tiempo</i> 4. <i>Modelos Autorregresivos</i> 5. <i>Modelos Autorregresivos de Medias Móviles</i> 6. <i>Modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles</i> 7. <i>Modelos Multivariados de series hidrológicas</i> 8. <i>Modelos de desagregación</i> 9. <i>Consideraciones para las diferentes aplicaciones de los modelos</i>		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 3		
Correlativas Obligatorias:		
Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:
Fecha:		Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Introducción a la Hidrología Estocástica

Procesos Estocásticos y series de tiempo. Modelos de series de tiempo. Modelación de series de tiempo. Bases físicas de la modelación de series de tiempo en Hidrología. Reproducción de las características estadísticas históricas. Modelos de series de tiempo en Hidrología. Modelación de series de tiempo en Hidrología. Principios estadísticos elementales.

Unidad II –Características de series hidrológicas

Tipos de series hidrológicas. Series de tiempo. Series lineales. Series de conteo. Propiedades generales de series de tiempo hidrológicas. Componentes de las series hidrológicas. Características estadísticas básicas de series de tiempo. Características complejas de series de tiempo periódicas. Características de series de tiempo de sequía. Características de series de tiempo de almacenamiento. Heterogeneidad e inconsistencia en series hidrológicas. Características de series de tiempo anuales. Características de series de tiempo periódicas. Características de series de tiempo multivariadas. Características de series de tiempo intermitentes.

Unidad III –Principios Estadísticos y Técnicas para modelación de series de tiempo

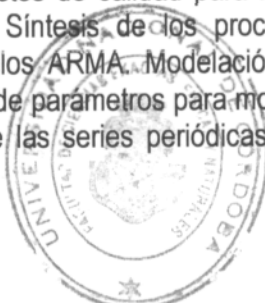
Técnicas básicas de estimación. Propiedades del estimador. Método de momentos. Método del mínimo cuadrado. Método de la máxima verosimilitud. Estimación de parámetros puntuales. Parámetros estimados por regionalización. Normalización de series de tiempo variables. Normalización de series de tiempo anuales. Normalización de series de tiempo periódicas. Observaciones. Parámetros periódicos de estimación de las series de Fourier. Justificación del uso de las series de Fourier. Estimación de los coeficientes de las series de Fourier. Selección de armónicos y coeficientes de Fourier. Estimación de parámetros de modelos multivariados. Pruebas de calidad de ajustes. Preservación de estadísticas y parámetros de parsimonia. Generación y pronóstico. Generación de muestras sintéticas. Uso de modelos para pronósticos.

Unidad IV – Modelos Auto regresivo

Descripción de modelos AR. Formulación matemática de modelos AR. Propiedades de los modelos AR. Modelación con AR de series de tiempo anuales. Modelos anuales AR. Estimación de parámetros para modelos anuales AR. Ajustes de calidad para modelos anuales AR. Generación y pronóstico usando modelos anuales AR. Síntesis de los procedimientos para los modelos AR. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos AR. Modelación de series de tiempo periódicas. Modelos AR periódicos. Estimación de parámetros para modelos periódicos AR. Procedimiento para series periódicas AR. Limitaciones de las series periódicas AR. Aplicaciones prácticas de las series periódicas AR.

Unidad V – Modelos Auto regresivos de medias móviles

Descripción de modelos ARMA. Formulación matemática de modelos ARMA. Propiedades de los modelos ARMA. Modelación con ARMA de series de tiempo anuales. Modelos anuales ARMA. Estimación de parámetros para modelos anuales ARMA. Ajustes de calidad para modelos anuales ARMA. Generación y pronóstico usando modelos anuales ARMA. Síntesis de los procedimientos para los modelos ARMA. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos ARMA. Modelación de series de tiempo periódicas con ARMA. Modelos ARMA periódicos. Estimación de parámetros para modelos periódicos ARMA. Procedimiento para series periódicas ARMA. Limitaciones de las series periódicas ARMA. Aplicaciones prácticas de las series periódicas ARMA.



Unidad VI – Modelos Auto regresivos integrados de medias móviles

Descripción de modelos ARIMA. Operación diferenciación. El modelo ARIMA. Modelación con ARIMA de series de tiempo anuales. Modelos anuales ARIMA. Estimación de parámetros para modelos anuales ARIMA. Bondad de ajuste para modelos anuales ARIMA. Síntesis de los procedimientos para los modelos ARIMA. Ejemplo de modelación anual ARIMA. Limitaciones de las aplicaciones de los modelos ARIMA anuales. Modelos ARIMA multiplicativos de series de tiempo periódicas. El Modelo ARIMA periódico. Estimación de parámetros para modelos periódicos ARIMA. Bondad de ajuste de modelos ARIMA periódicos. Procedimiento para series periódicas ARMA. Limitaciones de las series periódicas ARIMA. Comparación y limitaciones de los modelos ARMA y ARIMA.

Unidad VII – Modelos hidrológicos Multivariados

Descripción Modelos hidrológicos multivariados. Modelo Matemático General. Propiedades de los modelos multivariados. Modelación multivariada de series anuales. Modelos Autorregresivos multivariados AR(1) y AR(2). Modelo autorregresivo de medias móviles ARMA (p,q) multivariado. Ajustes para modelos multivariados anuales. Procedimiento para series anuales multivariados. Limitaciones de la modelación multivariada anual. Aplicaciones prácticas de modelos multivariados anuales. Modelación multivariada de series periódicas. Modelo AR multivariado. Modelo ARIMA multivariado. Ajuste para modelos multivariados de series periódicas. Procedimiento para modelación multivariada de series de tiempo periódicas. Limitaciones de la modelación multivariada periódica. Aplicaciones prácticas de modelos multivariados periódicos

Unidad VIII – Modelos Desagregados

Modelos de desagregación. Descripción de los modelos de desagregación. Modelo general de desagregación. Modelos de desagregación temporal de series temporales de un sitio y multisitios. Modelos desagregados AR de orden alto para un sitio. Modelos desagregados AR multivariados de orden alto. Modelos de desagregación espacial. Propiedades de los modelos de desagregación. Modelos desagregados con preservación de los valores esperados. Modelos desagregados con preservación de la aditividad. Estimación de parámetros para modelos desagregados. Estimación de parámetros para modelos de dependencia lineal. Estimación de parámetros para modelos de desagregación básicos. Estimación de parámetros para modelos desagregados extendidos temporalmente. Estimación de parámetros para modelos desagregados espacialmente.

Unidad IX– Consideraciones para las aplicaciones de los modelos

Pretratamientos de los datos históricos. Reducción de los datos a las condiciones naturales. Selección del modelo. Importancia de los valores estadísticos históricos. Preservación histórica de los valores estadísticos. Sensibilidad de los resultados. Análisis regional. Aplicación de los modelos. Estudios de las dimensiones de un reservorio. Estudios de operación de un reservorio. Limitaciones de los modelos. Persistencia a corto y largo tiempo. Limitaciones de los modelos anuales. Limitaciones de los modelos periódicos. Limitaciones de los modelos desagregados.

BIBLIOGRAFIA

- Box, G.E.P. y Jenkins, G.M., 1970. *Time series Analysis Forecastings and Control*. Holden-Day Series in Time Series Analysis, San Francisco, USA.
- Salas, J.D.; Delleur, J.W. y otros. 1980. *Applied Modeling Of Hydrologic Time Series*. Water Resources Publications. Michigan, USA.

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



Prof. Ing. RECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ANEXO X DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: MECÁNICA DE LOS FLUIDOS AVANZADA Y TURBULENCIA	
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: Semestre: Carácter: Bloque:	Puntos: Hs. Semanales: Año:
Objetivos: * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialidad, del estudiante en el área de la Mecánica de los Fluidos. * Avanzar en el desarrollo de habilidades para el dimensionamiento de redes y la utilización práctica de las ecuaciones desarrolladas de manera teórica durante el desarrollo. * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área		
Programa Sintético 1. Introducción. 2. Ecuaciones fundamentales. 3. Soluciones a las ecuaciones de flujo. 4. Capa límite laminar. 5. Estabilidad del flujo laminar. 6. Flujo en medio turbulento incompresible. 7. Flujo en la capa límite compresible. 8. Fenomenología. Conceptos de estabilidad hidrodinámica. 10. Convección. Análisis de estabilidad lineal. 11. Descripción estadística de la turbulencia. 12. Descripción de métodos numéricos frecuentemente empleados para resolver algunos de los problemas planteados (diferencias finitas, elementos finitos, métodos espectrales).		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3.		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: foja 3.		
Correlativas Obligatorias:		
Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.:		
Fecha:		
Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:		
Fecha:		
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, /		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I – Introducción

Conceptos preliminares. Los fluidos como medios continuos. Equilibrio termodinámico local. Partícula fluida. Velocidad, densidad y energía interna específica. Magnitudes fluidas intensivas y extensivas. Condiciones de borde para problemas de fluidos viscosos.

Unidad II – Ecuaciones fundamentales.

Ecuaciones fundamentales. Clasificación de las ecuaciones fundamentales. Conservación de la masa. Conservación de la cantidad de movimiento: Ecuaciones de Navier – Stokes. Ecuación de la Energía (primera Ley de la Termodinámica). Condiciones de borde para flujos viscosos. Sistemas de coordenadas ortogonales. Carácter matemático de las ecuaciones básicas. Parámetros adimensionales en flujo viscoso. Consideraciones de vorticidad en flujos viscosos incompresibles. Consideraciones bidimensionales: La función de corriente. Sistemas de coordenadas no inerciales. Formulaciones de volumen de control.

Unidad III – Soluciones de las ecuaciones de flujo.

Introducción y clasificación de las soluciones. Flujo de Couette. Flujo de Poiseuille a través de conductos. Flujos de conducción no permanente. Flujos no permanentes con límites en movimiento. Flujos de succión asintótica. Flujos impulsados por viento: La corriente de Ekman. Soluciones de similitud. Números de Reynold bajos: Movimiento linealizado.

Unidad IV – Capa límite laminar.

Introducción. Las ecuaciones de la capa límite laminar. Soluciones de similitud para flujos bidimensionales estables. Otras soluciones analíticas bidimensionales. Métodos integrales aproximados. Cálculos de la capa límite térmica. Flujo en la entrada de los conductos. Capas límites rotacionalmente simétricas. Expansiones asintóticas. Capas límite laminar tridimensionales. Capas límites libres de convección.

Unidad V – Estabilidad del flujo laminar.

Introducción. El concepto de estabilidad de pequeña perturbación. Estabilidad linealizada de flujos viscosos paralelos. Efectos paramétricos en la teoría de la estabilidad lineal. Transición a la turbulencia. Predicción de ingeniería de la transición.

Unidad VI – Flujo en medio turbulento incompresible.

Descripción física y matemática de la turbulencia. La ecuación de Reynolds para movimientos turbulentos. Ecuaciones bidimensionales para la capa límite turbulenta. Perfiles de velocidad: Las capas interiores, exteriores y solapadas. Flujo turbulento en conductos y canales. La capa límite turbulenta en una placa plana. Modelación de la turbulencia en un flujo bidimensional. Análisis de las capas límite turbulentas con gradientes de presión. Libre de turbulencia: chorros, estelas y capaz de mezcla. Transferencia de calor de convección turbulenta.

Unidad VII – Flujo en la capa límite compresible.

Introducción: las ecuaciones de la capa límite compresible. Soluciones de similitud para flujos laminares compresibles. Soluciones para placas planas y flujos punto de estancamiento. Capas límite laminares compresibles bajo condiciones arbitrarias. Temas especiales en flujos laminares compresibles. Ecuaciones de capas límite turbulentas compresibles. La ley del muro para flujos turbulentos compresibles. Flujo turbulento compresible pasado a una placa plana. Capas límites turbulentas compresibles con gradiente de presión.



Unidad VIII – Fenomenología. Conceptos de estabilidad hidrodinámica.

Los modos normales como perturbaciones. Inestabilidad de la capa de corte no viscosa Kelvin-Helmholtz. Problema de estabilidad para flujos viscosos casi paralelos. Ecuación de Orr-Sommerfeld. Estabilidad no viscosa de flujos casi paralelos. Estabilidad viscosa de flujos casi paralelos. Verificación experimental de la teoría de la estabilidad. Inestabilidad no viscosa de flujos con corrientes curvas. La inestabilidad de Taylor del flujo de Couette. Estabilidad de regiones de vorticidad concentrada. Algunas otras inestabilidades.

Unidad IX - Convección. Análisis de estabilidad lineal.

Convección. Análisis de estabilidad Lineal. Ecuaciones de amplitud. Análisis débilmente no lineal. Ecuaciones de fase.

Unidad X-- Descripción estadística de la turbulencia.

La descripción estadística de flujos turbulentos
Naturaleza aleatoria de la turbulencia. Caracterización de las variables aleatorias. Ejemplos de distribuciones de probabilidad. Variables aleatorias conjuntas. Distribución Normal y Distribución Normal Conjunta. Procesos Aleatorios. Campos Aleatorios.

Unidad XI –

Descripción de métodos numéricos frecuentemente empleados para resolver algunos de los problemas planteados (diferencias finitas, elementos finitos, métodos espectrales).

BIBLIOGRAFIA

- Bendat J., and Piersol A. (2000). Random data. Third edition. Wiley. New York.
- Fox R. y Mc Donald A. Introducción a la Mecánica de los Fluidos. McGraw-Hill. 1995.
- 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.
- Kundu, P. y Cohen I. (2004). Fluid Mechanics. Academic Press. Estados Unidos.
- Mataix C. (2005) Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Harla.
- Mott R. (1996). Mecánica de Fluidos Aplicada. Prentice Hall.
- Panton R.L. Incompressible Flow. Wiley Interscience. 1984.
- Pope S. (2000). Turbulent flows. Cambridge. United Kingdom.
- Robertson J.A. y Crowe C.T. Mecánica de Fluidos. Ed. Interamericana. 1983.
- Rodi, W. (1993). Turbulence Models and Their Application in Hydraulics: A State-of-the-Art Review. International Association for Hydraulic Research.
- Rouse H. (1946). Elementary Mechanics of Fluids. Dover. USA.
- White, F. M. (1991). Viscous fluid flow. McGraw-Hill. USA.
- Wylie E. B. y Streeter V. L. Fluid Transients in Systems. Prentice Hall. 1993.

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO XI DE LA RESOLUCION Nº 94 – HCD - 2011

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: INGENIERÍA DE SISTEMAS Código:	
	ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA	Plan: Carga Horaria: 60 hs Semestre: Carácter: Bloque:
Objetivos: Avanzar los conocimientos, a nivel de maestría, del estudiante en el área de los Procesos Estocásticos. Dar una formación que al integrarlas con otras áreas específicas del conocimiento, le capaciten para proyectar y construir modelos y sistemas integrados e integrales.		
Programa Sintético: I. Introducción. II. Optimización. III. Programación lineal y no lineal. IV. Programación dinámica. V. Análisis de redes. VI. Modelación y simulación. VII. Análisis de decisión		
Programa analítico: de foja 2 a foja 2		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja		
Bibliografía: foja 2		
Correlativas Obligatorias: Correlativas Aconsejadas:		
Rige:		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:	Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica		



PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad I - Introducción.

Introducción. Conceptos básicos. Metodología de diseño. Ingeniería de Sistemas. Casos de estudio. Aspectos económicos. Modelos Matemáticos. Referencias.

Unidad II - Optimización.

Introducción. Funciones de una sola variable sin restricción. Problemas que involucran una sola variable sin restricciones. Funciones de varias variables sin restricción. Tratamiento de las restricciones de igualdad. Extensión a ecuaciones de restricción múltiples. Optimización con restricciones de desigualdad.

Unidad III - Programación lineal y no lineal.

Introducción. Formulación general de un problema de PL. Ejemplo de dos variables. Un método gráfico de solución. Introducción al método Simplex. Soluciones básicas. Tratamiento de los problemas de maximización. Dualidad. Análisis de Sensibilidad. Soluciones computacionales a problemas de PL. Ejercicios.

Unidad IV - Programación dinámica.

Introducción. Problema de una red de tuberías. Terminología de la programación dinámica. El principio del Óptimo. Procesos de localización. Soluciones computacionales. Objetivos Múltiples. Ejercicios.

Unidad V - Análisis de redes.

Introducción a la investigación operativa. La modelación en la investigación operativa. Grafos: Introducción. Camino más corto. Árbol de expansión mínima. Flujo máximo. Flujo de costo mínimo. Método simplex para redes. Programación por camino crítico (CPM). Programación con PERT.

Unidad VI - Modelación y simulación.

Cadenas de Markov. Teoría de colas. Teoría de inventarios. Pronósticos. Simulación.

Unidad VII - Análisis de decisión

Introducción. Criterio del máximo. Criterio del Mínimo. Conceptos Básicos de la teoría de Probabilidad. Estrategia de Bayes. Árbol de decisión. Limitaciones de las técnicas de valor esperado. Conceptos de utilidad. Ejercicios.

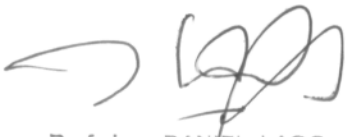
BIBLIOGRAFÍA

Chvatal, V. (1980). *Linear Programming*. Editorial Freeman. USA

Fogiel, M. (1983). *The Operations Research Problem Solver*. Research And Education Association, USA.

Smith, A.; Hinton, E.; Lewis, R. (1983). *Civil Engineering Systems Analysis And Design*. Editorial John Wiley And Sons. USA.

Syslo, M.; Deo, N.; Kowalk, J. (1983). *Discrete Optimization Algorithms*. Prentice Hall, USA.



Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



Prof. Ing. HECTOR GABRIEL TAVELLA
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

ANEXO XII DE LA RESOLUCION N° 94 – HCD - 2011

TEXTO ORDENADO DE LA ADECUACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA

(Res. N° 815-HCD-2009, Res. N° 61-HCD-2009, Res. N° 1095-HCD-2010, y Res. N° 94-HCD-2011)

REGLAMENTO CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA

CAPÍTULO 1: DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA

Art. 1º: El título de posgrado de Especialista en Hidráulica se otorgará de acuerdo a lo dispuesto en el presente Reglamento. Tiene como objeto profundizar en el dominio del área de Hidráulica dentro de las profesiones de Ingeniero Civil, Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Recursos Hídricos y afines, ampliando la capacitación profesional a través de un entrenamiento intensivo. La obtención de este título involucra el estudio y adiestramiento en el área de la hidráulica, tendiente al mejoramiento y perfeccionamiento de la capacidad profesional respecto de sus incumbencias propias del grado.

Art. 2º: Las actividades académicas requeridas para la obtención del grado de Especialista en Hidráulica incluirán:

- a) La aprobación de cursos exigidos con el correspondiente cumplimiento de las actividades teóricas y prácticas exigidas por el Plan de Estudios en un total de 420 horas.
- b) La aprobación de una evaluación final de carácter integrador.
- c) Cumplimiento de las tutorías de práctica obligatorias en un total de 40 horas.
- d) Aprobación de un examen de inglés a nivel interpretación de textos técnicos.

CAPÍTULO 2: DE LA ADMISIÓN A LA CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN

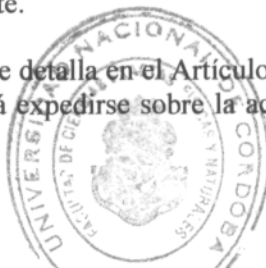
Art. 3º: El postulante deberá poseer el Título de grado en área afín a la Especialización sea Ingeniero Civil, Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Recursos Hídricos u otro relacionado, expedido por esta Universidad o por otras universidades reconocidas por el H. Consejo Directivo. Si la Dirección de la Carrera lo considera necesario, requerirá el plan de estudios o los programas analíticos de las materias sobre cuya base fue otorgado el Título.

A los efectos de considerar su posible admisión, la Dirección de la Carrera podrá exigir al postulante un examen que versará sobre temas generales y particulares en el área de la especialización.

Art. 4º: El postulante deberá inscribirse mediante la presentación de una solicitud escrita, dirigida al Director de la Carrera en el período que establezca esta Facultad. Deberá adjuntar a la misma:

- a) Constancia legalizada del título universitario a que se refiere el Artículo 3º del presente Reglamento.
- b) Certificado analítico legalizado de las materias en donde figure el promedio final, incluidos los aplazos.
- c) Curriculum vitae y otros antecedentes que el postulante considere pertinentes.
- d) Domicilio legal del postulante.

Art. 5º: La solicitud del postulante que se detalla en el Artículo 4º será remitida a la Dirección de la Carrera. Dicha Dirección deberá expedirse sobre la aceptación del postulante a la Carrera



de Especialización en Hidráulica, dentro de los quince (15) días del cierre del período de inscripciones

CAPÍTULO 3: DE LOS ORGANISMOS DE LA CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN

Art. 6º: El gobierno de la Carrera de Especialización en Hidráulica será ejercido por la Comisión Directiva, la que estará integrada por cinco miembros, uno de los cuales actuará como Director de la Carrera, y otro como Director Alterno. Las resoluciones se realizarán con simple mayoría, teniendo doble voto el Director cuando hubiere empate.

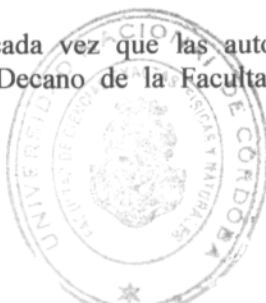
Art. 7º: Los miembros de la Comisión Directiva de la Carrera deberán ser o haber sido Profesores Titulares, Asociados o Adjuntos de la Facultad, y poseer el título de Doctor, Magister o Especialista otorgado por ésta u otra universidad reconocida por el H. Consejo Directivo. El Director, el Director Alterno y los otros tres miembros de la Comisión Directiva serán propuestos por el Decano y designados por el H. Consejo Directivo. Los miembros de la Comisión Directiva durarán cuatro años en sus funciones y podrán ser reelegidos.

Art. 8º): Los Miembros de la Comisión Directiva durarán cuatro años en sus funciones, podrán ser reelegidos y tendrán las siguientes funciones:

- a) Planificar, organizar y controlar las actividades académicas y científicas de la Carrera.
- b) Proponer anualmente a la Escuela de Cuarto Nivel: las tasas retributivas de servicio que deberán abonar los alumnos de la Carrera, el presupuesto anual estimativo y el orden de prioridades de cómo se afectarán los recursos.
- c) Asesorar en todas las cuestiones relacionadas con la Carrera que le sean requeridas por el H. Consejo Directivo, el Decano, la Escuela de Cuarto Nivel, y las Secretarías del Decanato.
- d) Proponer al H. Consejo Directivo los miembros del Tribunal Examinador de la Evaluación Final Integradora.
- e) Evaluar los antecedentes del postulante para considerar su admisión.
- f) Recomendar al H. Consejo Directivo con respecto a las modificaciones a la currícula.
- g) Presentar al H. Consejo Directivo, con su correspondiente justificación, la creación de nuevas orientaciones y la currícula correspondiente.
- h) Validar los cursos tomados en otros programas de postgrado según lo reglamentado en el Artículo 16º y 17º.
- i) Proponer al Director de la Carrera los docentes de los cursos para que sean elevados al HCD.
- j) Adoptar las medidas necesarias para mantener el seguimiento de los alumnos, con el fin de optimizar su rendimiento académico.
- k) Llevar adelante el Sistema de Seguimiento y Evaluación de la Gestión Docente de la Carrera de Especialización e informar a la Escuela de IV Nivel para su integración en el sistema general de seguimiento del Posgrado.

Art. 9º: La función ejecutiva de la carrera será ejercida por el Director o en su ausencia por el Director Alterno de la Carrera de Especialización que tendrán las siguientes funciones:

- a) Proponer a la Escuela de Cuarto Nivel, para ser elevado al H. Consejo Directivo, las designaciones del Secretario Técnico y de los docentes que tendrán a cargo el dictado de cursos y tutorías.
- b) Asumir las responsabilidades del funcionamiento docente y administrativo de la Especialidad.
- c) Integrar la Comisión Directiva de la Carrera.
- d) Presidir las reuniones del cuerpo docente y administrativo de la Carrera de Especialización.
- e) Informar semestralmente (o cada vez que las autoridades lo requieran) sobre las actividades de la Carrera al Decano de la Facultad y al Consejo Directivo de la Facultad.



- f) Ejercer la representación de la Carrera ante la Escuela de Cuarto Nivel y ante entes oficiales y privados.

CAPÍTULO 4: DE LOS PROFESORES

Art. 10º: Podrán ser profesores de cursos de la Carrera de Especialización quienes cumplan con alguno de los siguientes requisitos:

- a) Ser o haber sido profesores de esta Universidad u otra reconocida por el H. Consejo Directivo, y expertos en el tema.
- b) Investigadores con una sólida formación de postgrado que hayan producido trabajo científico original en las Ciencias de Ingeniería.
- c) Magisters, Doctores o Especialistas en especialidades afines a cada curso.
- d) Excepcionalmente, profesionales con una carrera de marcada trayectoria en su área de especialidad que implique una formación equivalente a la que se otorga.

Art. 11º: Los profesores de las asignaturas serán designados por el H.C.D. a propuesta de la Dirección.

CAPÍTULO 5: DEL ALUMNO

Art. 12º: Cada cursante de la Carrera de Especialización en Hidráulica, para permanecer en ella, deberá ajustarse a las siguientes condiciones generales:

- (a) Respetar estrictamente el cronograma de actividades presenciales.
- (b) Respetar estrictamente el cronograma de presentación de trabajos y evaluaciones.
- (c) Aprobar las evaluaciones presenciales que se exijan y en el orden definido por la Carrera.
- (d) Aprobar los trabajos académicos exigidos conforme al programa.
- (e) Tener al día el pago de los aranceles.

Art. 13º: Los alumnos admitidos en la Carrera de Especialización en Hidráulica tendrán derecho:

- (a) A que se les expida las certificaciones correspondientes.
- (b) A recibir la información adecuada a los objetivos, estructura y contenidos propuestos en la currícula de la carrera.
- (c) A ser informados de su situación académica.
- (d) A que sus trabajos sean evaluados con plena objetividad.
- (e) A que su actividad académica se desarrolle en las debidas condiciones de seguridad e higiene, y con los instrumentos pedagógicos y tecnológicos adecuados.
- (f) A ser informados de las decisiones que los afecten.

CAPÍTULO 7: DE LA EVALUACIÓN FINAL

Art. 14º: La Evaluación Final será de carácter integradora teórico –práctica y se realizará por un Tribunal Examinador conformado por tres miembros elegidos entre el cuerpo de profesores de la Carrera o profesores invitados. Uno de ellos será el Director de la Especialidad o Director Alternativo y los dos restantes son designados por la Comisión Directiva de la Carrera.

Para realizar la Evaluación Final Integradora, el estudiante solicitará con anticipación mínima de dos meses la conformación del Tribunal Examinador. El Tribunal se deberá conformar en un plazo de 15 días. La Evaluación Final ante El Tribunal, juzgará sobre el manejo de contenidos y habilidades de la Especialización por parte del postulante.

El resultado de la Evaluación Final será Aprobado o No Aprobado.



CAPITULO 8: DE ASIGNATURAS Y EVALUACIONES

Art. 15º: Para dar cumplimiento al Artículo 2º, inciso a), el cursante deberá aprobar un mínimo de veintiún (21) créditos (cada crédito de 20 horas) de asignaturas con validez para la Carrera de Especialización. Esto implica una duración mínima de cuatrocientas veinte (420) horas reales de actividades teórico-prácticas. De los 21 créditos, 15 serán de asignaturas obligatorias y 6 de optativas. Todos los cursos tendrán evaluación individual.

Art. 16º: El postulante podrá solicitar el reconocimiento de créditos por actividades de posgrado realizadas previamente. La Dirección dará curso automático al reconocimiento de créditos de asignaturas equivalentes a las exigidas en la especialidad, que hayan sido aprobadas por el estudiante en las Carreras de Especialidad, Maestría o Doctorados de esta Facultad, siempre y cuando coincidan en un 80% o más de sus contenidos y se hayan realizado con una antelación no mayor a diez (10) años al momento de la inscripción a la carrera de Especialización.

Art. 17º: Para el caso de pretender múltiples Especialidades, los cursos (aprobados en el programa de la Especialidad solicitada o por equivalencia de otros posgrados) podrán usarse en una sola. Esto llevará a que, en el caso de haber superposiciones en algún curso obligatorio u optativo (exigido o permitido por dos especializaciones), deberá el alumno cumplir la exigencia de cursado agregando otros cursos por sobre los obligatorios y optativos para poder satisfacer el requisito de 21 créditos de cursado (con lo que el total de créditos exigibles será de 21 más los que hayan sido usados en otra Especialidad).

Art. 18º: La evaluación de las asignaturas tendrá carácter obligatorio. La aprobación de cada asignatura será con calificación de cero a diez y es individual. La escala será: 0, reprobado; 1, 2 y 3, insuficiente; 4, suficiente; 5 y 6, bueno; 7, 8 y 9, distinguido y 10, sobresaliente. Para poder optar al título se deberá tener un promedio de asignaturas de 6 o más.

CAPITULO 10 - GENERALES

Art.19º: Cuando el estudiante haya cumplido todos los requisitos establecidos en el Reglamento y resoluciones que se dictaren como consecuencia, el Decano dará curso a los trámites necesarios para que la Universidad le otorgue el grado de ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA - en colación de grados.

Art.20º: Toda situación no prevista en la presente reglamentación será resuelta por la Dirección de la Carrera de Especialización.



**PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE
ESPECIALIZACIÓN EN HIDRÁULICA**



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y
NATURALES**

2009



Firma manuscrita en tinta, que parece ser una combinación de las letras "D" y "C" entrelazadas.

Indice

	Página
1. Fundamentación	3
2. Metas de la Carrera	3
3. Título	4
4. Competencias del Egresado	4
5. Organización Curricular	4
5.1. Modalidad	4
5.2. Plan de Estudio	5
5.3. Contenidos Mínimos y Bibliografía	7
6. Cuadro resumen de actividades curriculares y cuerpo docente a cargo	20



A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop followed by a smaller, more complex stroke.

1. Fundamentación

Por la ubicación geográfica y tradición académica, la Universidad Nacional de Córdoba ha sido un polo de desarrollo que concentró docentes e investigadores de todo el país, quienes ejercieron su influencia en diferentes regiones de la Argentina y del extranjero.

En la actualidad existe una continua y destacada actividad en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales relacionada directa e indirectamente con el recurso hídrico.

La Especialidad en Hidráulica fue diseñada para completar la formación del egresado para la solución de los problemas hidráulicos, con nuevos enfoques técnicos, manejo adecuado de software y aplicación de herramientas informáticas para la resolución de problemas ligados a la hidrología y la hidráulica. Algunas realidades contribuyen a la materialización de este proyecto: el excelente nivel académico y de investigación y extensión alcanzado por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), la necesidad de los profesionales de capacitarse de manera continua a fin de orientar los procesos de desarrollo sostenible aportando soluciones a los problemas hidráulicos con tecnología adecuada y vigente y, la creciente demanda por parte de empresas de obras y servicios en el aporte de profesionales de jerarquía en esta área disciplinar.

Tiene como objeto profundizar en el dominio del área de la Hidráulica dentro de las profesiones de Ingeniero Civil o Ingeniero en Recursos Hídricos a fines, ampliando la capacitación profesional a través de un entrenamiento intensivo. La obtención de este título involucra el estudio y adiestramiento en el área de la Hidráulica, tendiente al mejoramiento y perfeccionamiento de la capacidad profesional respecto de sus incumbencias propias del grado.

La establecida presencia del cuarto nivel en general y de los posgrados en ingeniería, en particular de esta facultad (Doctorado en Ciencias de la ingeniería y 5 Maestrías) le dan sustento institucional. Este conjunto, asegura la excelencia del proyecto.

Tales elementos ponen de manifiesto la pertinencia de esta Carrera en el ámbito de esta Facultad donde confluyen las carreras más relacionadas con el estudio de la hidráulica y cuyo contexto científico, profesional y de extensión, permitirá aportar a la comunidad egresados formados que mejoren la calidad de vida del ser humano, desde el aporte de las Cs. de la Ingeniería.

2. Metas de la Carrera

(a) Formar profesionales que puedan investigar y obtener información original proporcionando conocimientos en el campo de la hidráulica.

(b) Abordar con solvencia técnica los problemas hidráulicos de las distintas localidades y provincias del país, contribuyendo al desarrollo sustentable.

(c) Formar egresados con excelencia para abordar los diagnósticos de los problemas y que además aporten soluciones reales efectivas y a los mismos, aprovechando las técnicas que aportan la ingeniería y las ciencias del ambiente.

(d) Capacitar para la intervención en las distintas instancias sociales, gubernamentales y no gubernamentales e interactuar en un contexto multidisciplinario.



3. Título

Luego de cumplido los requisitos que se exigen en esta Carrera de Postgrado la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales solicitará al Rector/a de la Universidad Nacional de Córdoba expida el Título de Especialista en Hidráulica.

4. Competencias del Egresado

- (a) Formación de recursos humanos de excelencia en el campo de la Hidráulica.
- (b) Desarrollo de capacidades para facilitar la solución de conflictos y problemas hidrológicos e hidráulicos mediante la posible inserción de los egresados en funciones claves.
- (c) Capacidad de evaluar, mensurar, planificar y proponer soluciones alternativas a los diversos problemas hidráulicos, en los diferentes ámbitos.

5. Organización Curricular de la Carrera

5.1. Modalidad

Se trata de una Carrera de postgrado de tipo: presencial, semiestructurada (con materias optativas) y de oferta continua por esta Unidad Académica. Las actividades se desarrollarán a lo largo de 1 año entre Cursos, Actividades Prácticas y Tutorías, que se concretarán en clases durante un año académico; además, se requiere la presentación de una Evaluación Final Integradora de acuerdo a lo normado por el Reglamento de la Carrera. El cursado está compuesto por cinco cursos obligatorios y dos optativos.



A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by a smaller, less distinct mark.

5.2. Plan de Estudio

CURSOS OBLIGATORIOS	ACTIVIDAD	CARGA HORARIA
1 Hidráulica Subterránea	Clases magistrales Seminarios Prácticas en Laboratorio de Computación - Evaluación	60 Horas Presenciales
2 Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos	Clases magistrales – Prácticas en Laboratorio de Hidráulica Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
3 Gestión de los Recursos Hídricos	Clases magistrales Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
4 Hidráulica e Hidrología Computacional	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios - Evaluación	60 Horas Presenciales
5 Aprovechamientos Hidráulicos	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios - Evaluación	60 Horas Presenciales

CURSOS OPTATIVOS	ACTIVIDAD	CARGA HORARIA
6 Hidráulica Costera	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
7 Modelación Física y Métodos Experimentales	Clases magistrales – Prácticas en Laboratorio de Hidráulica Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
8 Hidrología Estocástica	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
9 Mecánica de los Fluidos Avanzada y Turbulencia	Clases magistrales Prácticas Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales
10 Ingeniería en Sistemas	Clases magistrales Prácticas en Laboratorio de Computación Seminarios -Evaluación	60 Horas Presenciales




5.3. Programa de Contenidos Mínimos

Curso I: Hidráulica Subterránea

Objetivos

- * Proporcionar al alumno una formación lo más ajustada a la concepción moderna de la Hidrogeología.
- * Capacitar al alumno de manera de ser capaz de estudiar una región desde un punto de vista hidrogeológico y aplicar sus conocimientos en el caso de situaciones concretas: explotación de acuíferos, protección de acuíferos, caracterización de una contaminación, etc.
- * Profundizar los conocimientos teórico-prácticos necesarios para evaluar los recursos hídricos de una determinada zona y planificar la explotación racional de los mismos,
- * Prestar especial atención a la hidráulica de captaciones y al estudio del contexto geológico y regional de las aguas subterráneas.
- * Proporcionar el conocimiento adecuado de los aspectos sociales y de la economía relacionados a la problemática del uso del recurso subterráneo.

Contenidos mínimos

Porosidad. Relaciones en el medio poroso. Propiedades físicas de Acuíferos y Zonas Vadasas. Ley de Darcy y Conductividad Hidráulica. Integración de las ecuaciones de Difusión y consolidación. Sistemas de Acuíferos. Solución de la ecuación de difusión en régimen permanente. Solución de la ecuación de difusión en régimen no permanente. Acuíferos confinados. Acuíferos no confinados. Exploración Subterránea, Construcción de Pozos y Bombeo. Flujo Multifase. Flujo de fluidos inmiscibles. Flujo de fluidos miscibles. Geostatística y aproximaciones estocásticas a la hidrogeología. Soluciones numéricas de flujo y ecuaciones de transporte. Calidad del agua subterránea. Contaminación del agua subterránea.

Horas Presenciales

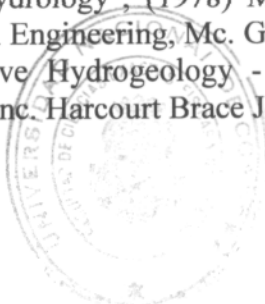
60 Horas Teórico - Práctico

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos combinado con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- Bear, J. (1972). "Dynamics of porous media". Dover publications, Inc. N.Y., U.S.A.
- Bouwer, Herman, "Groundwater Hydrology", (1978) Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Mc. Graw Hill, N.Y.
- de Marsily, G. (1986). "Quantitative Hydrogeology - Groundwater Hydrology for Engineers". Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. N.Y.



Kruseman, G.P., de Ridder, N.A. (1991), "Analysis and Evaluation of Pumping Test Data", Segunda Edición, publicación ILRI 47.

Curso II: "Hidráulica Fluvial y Transporte de Sedimentos"

Objetivos

* Formar al alumno en el funcionamiento de los ríos y la similitud y diferencia de estos con los canales que transportan agua a lámina libre. Capacitar al alumno para permitirle intervenir sobre los ríos para su adecuación al aprovechamiento de los recursos o la reducción de los riesgos de daños.

Contenidos mínimos

Morfología fluvial. Morfología fluvial: formas en planta. Geometría hidráulica de un río. Caudal dominante. Papel morfológico de la vegetación. Características de los torrentes. Morfología de llanuras de inundación. Deltas y estuarios. Equilibrio del fondo. Leyes de Fargue. Descripción del ecosistema fluvial.

Hidráulica fluvial. Principio del movimiento. Acorazamiento. Clasificación del transporte de sedimentos. Técnicas de muestreo y medición. Caudal sólido. Formas de fondo. Formas de fondo de gran escala. Ríos de arena y ríos de grava. Ecuaciones de transporte de fondo. Modelos matemáticos.

Encauzamientos: concepción y proyecto. Objetivos y Efectos de un encauzamiento. Condicionantes de un cauce estable. Modificación de la sinuosidad. Trazado de un encauzamiento. Caudal de proyecto. Análisis de riesgo en planicies de inundación. Encauzamiento de un río trenzado. Uso de espigones. Defensa de márgenes. Comportamiento de cauces estrechados. Encauzamiento de ríos de montaña. Corrección de la pendiente. Desembocaduras.

Encauzamientos: cálculo. Distribución de tensiones y velocidades en la sección. Tensiones críticas y sección no erosionable. Secciones anchas y secciones en curva. Conceptos de teoría del régimen. Aplicación de la teoría del régimen. Cálculo del caudal ecológico. Cálculo de la capacidad. Resistencia al flujo en un fondo granular. Influencia del transporte sólido en el tirante. Estimación del n de Manning. Estimación de la erosión potencial. Criterio de erosión. Erosión general transitoria. Erosión general a largo plazo. Erosión en curvas. Combinación de erosiones. Modelos matemáticos.

Encauzamientos: materiales y métodos. Escollera. Gaviones. Diques laterales. Emergencia, fallo y rotura de diques laterales. Vegetación. Materiales prefabricados flexibles. Otros materiales. Formación del cauce por el río. Obras de dragado.

Hidráulica de puentes. Problemas hidráulicos de los puentes. Emplazamiento de un puente. Llanuras de inundación. Obras de encauzamiento. Puentes sobre cauces intermitentes. Erosión local en pilas. Erosión local en estribos. Protección de pilas. Otras acciones hidráulicas.




Modelos en ingeniería fluvial. Utilidad. Análisis de semejanza. Modelos distorsionados y no distorsionados. Escalas de semejanza. Modelos fluviales con material distorsionado. Modelos de erosión local. Modelos matemáticos. Modelos HEC-RAS y HEC-6.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo semiestructurada teórico – práctica donde se combinan preguntas de múltiple opción con preguntas a desarrollar de los temas tratados y ejercicios de aplicación la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación de la evaluación modular por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

Aguirre Pe, J. (1980). Hidráulica de sedimentos. Universidad de los Andes, Venezuela.
 Martín Vide, J. P. (2003). Ingeniería de Ríos. Alfaomega, México.
 Maza Alvarez, J. A., García Flores, M. (1996). Manual de Ingeniería de Ríos. Instituto de Ingeniería UNAM, México.
 U.S. Army Corps of Engineers (2008) Manual del Usuario. HEC-RAS Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, USA.

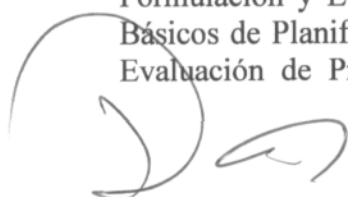
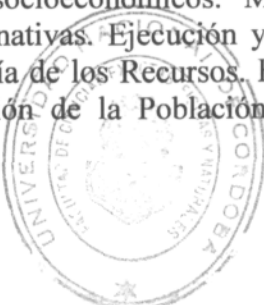
Curso III: “Gestión de los Recursos Hídricos”

Objetivos

- * Capacitar en los procesos de planificación hídrica.
- * Identificar las necesidades de estudios básicos para la planificación hídrica.
- * Adiestrar en el uso de instrumentos para la planificación de los recursos hídricos.
- * Capacitar en las técnicas para la toma de decisión y análisis posterior.
- * Internalizar la problemática de los recursos hídricos en los procesos de toma de decisión, en políticas y técnicas de prevención.
- * Completar los conocimientos del estudiante relacionados a los sistemas de riego.
- * Completar los conocimientos adquiridos en la materia Obras Hidráulicas para la determinación de la Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar.
- * Transmitir al estudiante el concepto de la valoración económica del agua y el efecto de la tarifa de la energía eléctrica sobre el coste del agua.

Contenidos mínimos

Introducción a la Planificación Hídrica. Estudio de la planificación. Administración de los datos. Datos físicos. Datos socioeconómicos. Modelos de recursos hídricos. Formulación y Evaluación de alternativas. Ejecución y Análisis posterior. Conceptos Básicos de Planificación y Economía de los Recursos. Elementos de la Formulación y Evaluación de Proyectos. Estimación de la Población y las Necesidades de Agua.

Identificación y Evaluación de Proyectos Preliminares. Planes Regionales. Análisis Económicos y Análisis Financiero. Precio para el Análisis Económicos y Financiero. Análisis de Riesgo e Incertidumbre y otros estudios que involucran probabilidades. Modelos Matemáticos para el desarrollo de planificación de alternativas y Modelos para Optimización. Programas de Administración de Planificación.

Introducción a las técnicas de riego. El agua en la planta. Red de riego y sistemas de distribución. Obras externas e internas a la red de riego y saneamiento agrícola. Evapotranspiración. El concepto económico del agua y el cálculo del valor del agua como coste y los recursos hídricos superficiales. Estructura y calculo del coste de obtención del agua subterránea. Estructura y cálculo del coste de obtención del agua regenerada. El valor del agua en función de la productividad. Valor del agua de riego mediante la estimación de la inversión para el ahorro. El valor del agua de riego como coste de oportunidad medioambiental.

Horas Presenciales

60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos combinado con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Allen, Richard G., Pereira, Luis S., Raes, Dirk, Smith, Martin. (2006) "Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Barbero, A. J.; Ceilp (1982) "Teorías sobre el drenaje de tierras agrícolas".
- Caballer, V. Guadalajara, N. (2007) Valoración económica del agua de riego. ISBN: 84-7114-729-7. Editorial Mundi-Prensa
- Gillet, Billy. E. (1976) "Introduction to Operations Research". Mc. Graw Hill, New York.
- Goodman, Alvin. (1984). "Principles of Water Resources Planning". Prentice Hall Inc. Englewood Vlioffs. New Jersey.
- Helweg, Otto. J. (1992), "Recursos Hidráulicos. Planeación y Administración", Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México.
- J. L. de Paco Lopez, J. L.; Sánchez (1992) "Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje"; Ediciones Mundi Prensa; Madrid.
- Luthin, J. N.; Krieger; (1988). "Drainage Engineering"; Nueva York.
- M. Poiree y Ch. Ollier; (1990) "Saneamiento Agrícola"; E.T.A.; Barcelona.
- Tschapek, M.W. (1978). "El agua en el suelo"; INTA.; Buenos Aires.
- US Bureau of Reclamation (1976) "Design of Gravity Dams". U.S.A.



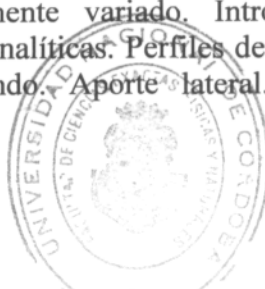
Curso IV: “Hidráulica e Hidrología Computacional”

Objetivos

- * Avanzar los conocimientos, a nivel de especialización, del estudiante en el área de la Hidrología e Hidráulica.
- * Conocer las aplicaciones computacionales para el uso de los estudios hidrológicos e hidráulicos.
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas computacionales del área.
- * Construir modelos que permitan resolver los procesos del agua en la superficie con los enfoques teóricos y metodologías de cálculo que estiman las relaciones volumétricas entre precipitación y escurrimiento, distribución temporal y espacial, todo ello en diferentes circunstancias, conforme con las necesidades de proyectos de ingeniería de caracterización.

Contenidos mínimos

Ecuaciones básicas del flujo unidimensional en canales. Introducción. Ecuaciones de gobierno. Hipótesis básicas. Ecuación diferencial de conservación de masa. Ecuación diferencial de cantidad de movimiento. Ecuación diferencial de la energía mecánica. Ecuaciones de gobierno para tipos específicos de flujo: flujo permanente y uniforme, flujo permanente gradualmente variado, flujo permanente espacialmente variado, flujo permanente rápidamente variado, flujo impermanente y uniforme, flujo impermanente gradualmente variado. Ecuaciones algebraicas de movimiento. Distribución de presiones en el flujo curvilíneo. Flujo crítico. Introducción. Propiedades del flujo crítico: secciones rectangulares y no rectangulares. Aplicaciones del flujo crítico. Ubicación del flujo crítico. Cálculo de la profundidad crítica. Profundidad crítica en canales de sección compuesta. Flujo uniforme. Resistencia al flujo. Ecuaciones de resistencia: ecuación de Chézy – ecuación de Manning – otras fórmulas de resistencia. Cálculo de la profundidad normal. La sección hidráulicamente óptima. Flujo uniforme en canales de sección compuesta: método del n equivalente. Ecuaciones. Distribución lateral de velocidades en flujo uniforme. El Método del Canal Dividido (DCM). Algoritmo de resolución. El Método de la Distribución Lateral (LDM). Ecuación diferencial. Soluciones numérica y analítica. Flujo gradualmente variado. Introducción. Ecuaciones de gobierno. Clasificación de los perfiles de flujo. Análisis de los perfiles de flujo. Trazado de perfiles de flujo. Caudal evacuado por un reservorio. Perfiles de flujo en canales de sección compuesta. Cálculo del flujo gradualmente variado. El método del paso directo. El método del paso estándar. Los métodos de Euler, Euler mejorado, Euler modificado y Runge-Kutta de 4° orden. El método predictor – corrector. Solución simultánea del flujo gradualmente variado. Ecuaciones de gobierno. Canales en serie. Redes de canales. Algoritmo de resolución. Flujo rápidamente variado. Introducción. Aplicación de las leyes de conservación. Resalto hidráulico. Relación entre tirantes conjugados. Longitud del resalto. Ubicación del resalto. Transiciones en canales en flujo subcrítico y flujo supercrítico. Resalto hidráulico oblicuo. Vertederos de pared delgada y gruesa. Flujo espacialmente variado. Introducción. Descarga lateral. Ecuaciones de gobierno. Soluciones analíticas. Perfiles de flujo espacialmente variado. Vertedero lateral. Sumidero de fondo. Aporte lateral. Solución analítica. Casos



particulares de flujo. Flujo en curvas: subcrítico y supercrítico. Flujo a través de alcantarillas. Ecuaciones de gasto. Flujo rápidamente variado a través de contracciones en puentes. Método de cálculo. Flujo impermanente rápidamente variado. Ondas elementales. Altura y celeridad de una onda gravitatoria. Ecuación de continuidad y de momentum. Propagación de ondas en un escalón de fondo. Encuentro de dos ondas. Ruptura de una presa. Flujos pulsantes. Flujo impermanente gradualmente variado. Ecuaciones constitutivas: ecuaciones de Saint-Venant. Modelos de onda cinemática, difusiva, dinámica. Condiciones iniciales y de borde. Distribución no hidrostática de presiones: ecuaciones de Boussinesq. Formas diferenciales de las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento. Formas integrales. Modelo de onda cinemática. Celeridad de la onda cinemática. Solución analítica para la onda cinemática. Solución numérica de la onda cinemática. Esquema lineal. Esquema no lineal. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las características: el método de las características. Condiciones iniciales y de borde. El método de los intervalos especificados. Solución de las ecuaciones de Saint-Venant por el método de las diferencias finitas. Esquemas explícitos en diferencias finitas: esquema elemental, esquema de Lax, esquema de McCormack. Esquemas implícitos en diferencias finitas: esquema de Preissman, esquema de Beam y Warming. Modelos de tránsito de onda dinámica comúnmente utilizados. FLDWAV. Ecuaciones utilizadas por el programa FLDWAV. Aplicaciones. Limitaciones. HEC-RAS. Ecuaciones utilizadas por el programa HEC-RAS. Aplicaciones. Limitaciones. MIKE 11. Ecuaciones utilizadas por el programa MIKE 11. Aplicaciones. Limitaciones.

Horas Presenciales

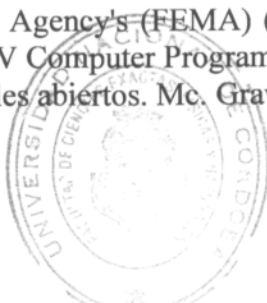
60 Horas Teórico-Prácticas.

Modalidad de la Evaluación

Escrita, de tipo teórico - práctico donde se combinan preguntas y desarrollos teóricos con ejercicios prácticos a desarrollar todos de los temas tratados la cual deberá ser aprobada con mínimo de cuatro (4) puntos de una escala del cero (0) a diez (10). Sólo podrá admitirse hasta dos (2) no aprobación por año de cursado, debiéndose recuperar bajo las condiciones que establezca el docente a cargo y la Comisión Directiva de la Carrera.

Bibliografía

- Bear, J. (1972). "Dynamics of porous media". Dover publications, Inc. N.Y., U.S.A.
- Bouwer, Herman, "Groundwater Hydrology", (1978) Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Mc. Graw Hill, N.Y.
- Chaudhry, M. H. (1993). Open-Channel Flow. Prentice Hall, New Jersey.
- Chow, V. T. Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Diana. 1982.
- Chow, V.T. Maidment, D.R. y Mays, L.W. Hidrología Aplicada. Mc. Graw Hill. 1994.
- Custodio, R., Llamas. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1976.
- de Marsily, G. (1986). "Quantitative Hydrogeology - Groundwater Hydrology for Engineers". Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. N.Y.
- Delleur, J.W. Advanced Hydrology. School of Civil Engineering. Purdue University. U.S.A. 1993.
- Federal Emergency Management Agency's (FEMA) (1998) Manual Técnico. National Weather Service FLDWAV Computer Program. USA
- French, R. Hidráulica de los canales abiertos. Mc. Graw Hill. 1988.



- Henderson, F. M. (1966). Open-Channel Flow. Macmillan Company, New York.
- Jain, S. C. (2001). Open-Channel Flow. John Wiley and Sons, New York.
- Kruseman, G.P., de Ridder, N.A. (1991), "Analysis and Evaluation of Pumping Test Data", Segunda Edición, publicación ILRI 47.
- Linsley, Kohler y Paulus. Hidrología para ingenieros. Mc. Graw Hill. 2da Edición. 1986.
- Reyna, S y otros. Manual de Hidrología Urbana. 2007.
- Socadagui Sanchez, Victor; Mendoza Escobar, Francisco.(2006) Manual Del Usuario Mike 11 Universidad Nacional De Colombia. Sede Palmira. Hidraulica. Colombia.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2008) Manual técnico. HEC-RAS Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, USA.
- U.S. Army Corps of Engineers Manual. HEC-1 Simulación de Eventos Hidrológicos. Hydrologic Engineering Center, USA. 1985 – 1997.
- U.S. Army Corps of Engineers. HEC – HMS de Simulación de Eventos Hidrológicos. Hydrologic Engineering Center. USA. 2008
- U.S. Environmental Protection Agency. Manual. SWMM. Storm Water Management Model. USA. 2003.
- U.S. Environmental Protection Agency. QUAL2K. Modeling Framework for Simulationg River and Strem Water Quality. USA 2005.

Curso V: “Aprovechamientos Hidráulicos”.

Objetivos

- * Generar conocimientos avanzados en la problemática del proyecto y la construcción de las obras hidráulicas.
- * Completar los conocimientos del estudiante relacionados a las centrales hidráulicas adquiridos en la materia Obras Hidráulicas.
- * Comprender los problemas de dimensionamiento energético.
- * Completar los conocimientos de los distintos tipos de turbinas.
- * Dar al alumno las herramientas para poder realizar el estudio, proyecto, dirección, construcción de: presas de embalse y centrales hidroeléctricas.
- * Permitirle un manejo a nivel operacional de las herramientas del área.

Contenidos mínimos

Presas de Materiales Suelos. Conceptos fundamentales. Clasificación. Presas de tierra. Altura. Perfil transversal. Taludes. Ancho de coronamiento. Resguardo. Protección de taludes. Banquetas. Rotura de presas. Impermeabilidad. Materiales del cuerpo de presa. Propiedades. Preparación, colocación y transporte de material. Maquinaria. Línea de saturación. Drenes, espaldones y núcleos. Rastrillos. Zampeados. Desembalse rápido. Asientos. Presas de escollera. Tipos de perfiles. Impermeabilización. Pantallas. Fundación de Presas. Generalidades. Estudios geológico-geotécnicos. Fuentes de información. Métodos exploratorios del subsuelo. Métodos geofísicos. Ensayos de laboratorio y de campo. Cimientos rocosos. Características de cimientos de arena y grava. Métodos de tratamiento. Proyectos de cimentación. Tratamientos de cimientos de limo y arcilla. Presas sobre cimentación permeable. Zampeados. Pantallas. Subpresión y filtración. Fundación de vertederos. Presas de Gravedad. Conceptos fundamentales.