Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ciencias Agropecuarias
Area: Recursos Naturales e Ingeniería Rural

(Programa del año 2009)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 06/03/2009 10:05:38)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Hidrología Agrícola	Ingeniería Agronómica		2009	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MEDINA, LUIS ALBERTO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
BALMACEDA, MARIO RAUL	Prof. Colaborador	P.Adj Semi	20 Hs
HELLMERS, MARIA MAGDALENA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
GARBERO, MARISA MARIELA	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
84 Hs	42 Hs	42 Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
A - Teoria con prácticas de aula y campo	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
09/03/2009	19/06/2009	14	84

IV - Fundamentación

La asignatura corresponde al cuarto año de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
Sienta las bases para que alumno diseñe y evalúe métodos de riego y proyecte la conducción de agua de uso agrícola o ganadero.
Articula con Climatología y Fenología Agrícola, Topografía, Maquinaria Agrícola, Edafología y Manejo y Conservación de Suelos y sirve de base para el manejo de riego para los cursos de Horticultura, Fruticultura y Dasonomía.
El curso se desarrolla a través de clases teóricas y los trabajos prácticos se realizan en función de los teóricos dictados.
El primer eje temático está basado en el conocimiento de la hidráulica, de manera que permita diseñar los ductos y calcular sus caudales y el segundo está basado en las necesidades hídricas de los cultivos correlacionados con el suelo y el clima.
Los trabajos prácticos están orientados a desarrollar la habilidad del alumno a situarse y resolver la problemática del riego.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El eje estructural de la materia es la utilización del recurso agua. Se dan las bases para su conducción, medición, aplicación, evaluación y saneamiento.
Dar los fundamentos para que el futuro profesional sepa:
• Determinar las necesidades de riego.
• Dimensionar acueductos.
• Medir caudales.
• Diseñar métodos de riego.

• Evaluar eficiencias.
Con ello se logrará que tenga un panorama claro sobre los beneficios que posibilita el riego en cualquiera de sus formas, y que pueda calcular los daños a largo plazo que puede originar en el suelo una irracional utilización del agua.

VI - Contenidos

I.- INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO 1.- Definición y extensión. La Hidrología Agrícola, su alcance e importancia. Participación del Ingeniero Agrónomo en los proyectos de riego. Desenvolvimiento y estado actual de la irrigación en el mundo y la República Argentina. Datos estadísticos de nuestros sistemas irrigados. Perspectivas futuras.
II.- HIDRÁULICA
CAPÍTULO 2.- Hidráulica. Propiedades de los fluidos. Líquidos ideales y reales. Hidrostática. Teorema general de la hidrostática. Presión absoluta y relativa. Medidores de presión. Unidades, equivalencias.
Hidrodinámica: líneas de trayectoria. Flujo laminar y turbulento. Número de Reynolds. Gasto o caudal unitario. Clasificación del movimiento. Principio de Torricelli. Teorema de Bernoulli. Diagrama de Presiones.
CAPÍTULO 3.- Tuberías: descripción. Pérdida de carga: continuas y accidentales. Cañería equivalente. Aspereza absoluta y relativa. Rugosidad. Diagrama de Moody. Cálculo y dimensionamiento de cañerías (diámetro económico). Ecuaciones, tablas, gráficas.
CAPÍTULO 4.- Canales: Ecuación general del movimiento del agua en canales. Sección y Velocidad en canales con movimiento uniforme. Ecuaciones para calcular el coeficiente de gasto: Chezy, Bazin, Manning y Kutter. Variaciones de la velocidad, diagrama de velocidades. Velocidades límites: sedimentantes, erosivas. Escurrimiento tranquilo, crítico y rápido. Dimensionamiento de canales. Sección de máxima economía. Pérdidas de agua. Cálculo del movimiento de tierra.
CAPÍTULO 5.- Obras de arte en canales: Movimiento uniforme de agua en canales. Determinación del régimen. Cálculo y proyecto de saltos, partidores, sifones, transiciones y curvas.
CAPÍTULO 6.- Orificios: Definición. Coeficiente de gasto, factores que lo modifican. Determinación experimental del coeficiente de gasto. Contracciones. Orificio perfecto. Diferentes casos de orificios: libres, sumergidos y semi-sumergidos. Compuertas para riego, dimensionamiento e instalación.
CAPÍTULO 7.- Vertederos: Definición. Características de la lámina vertiente. Coeficiente de gasto. Vertedero perfecto. Contracciones, diferentes casos. Tipos: Rectangular, trapecial y triangular. Diseño. Aforadores: Parshall, a resalto, sin cuello; principios de funcionamiento. Criterios para la selección de aforadores.
CAPÍTULO 8.- Aforo de agua: Determinación de la sección de pequeños y grandes cauces. Determinación de la velocidad del agua, diferentes elementos. Uso de los velocímetros. Variación de los filetes líquidos. Velocidad superficial, máxima y media. Estaciones de aforo. Limnígrafos, su uso en estaciones de aforo.
III.- RECURSOS
CAPÍTULO 9.- Escurrimiento. Cuencas. Clases de escurrimiento. Medidas del escurrimiento. Coeficiente de escorrentía. Estructura de un río. Hidrogramas de escorrentía. Características del escurrimiento. Clasificación del régimen de los ríos. Pronóstico del volumen y caudal de escurrimiento.
CAPÍTULO 10.- Aguas subterráneas. Las agua subterráneas en el ciclo hidrológico. Infiltración, depósitos naturales, recarga de acuíferos. Los acuíferos confinados y no confinados. Métodos de localización e investigación del agua subterránea. Movimiento del agua en terrenos saturados. Perforaciones para riego. Perforación por percusión, rotativo y mixto. El filtro de las perforaciones. Desarrollo y prueba de la perforación.
CAPÍTULO 11.- Selección del equipo de bombeo: Clasificación de las bombas usadas con fines de riego. Bombas centrífugas de eje horizontal y de profundidad. Características fundamentales de funcionamiento. Relaciones de carga, potencia y caudal en función de la RPM. Análisis de las curvas características de una bomba, catálogo de curvas. Determinación de la altura manométrica de un equipo de bombeo. Selección de bomba y motor. Transmisiones. Ubicación. Evaluación de la eficiencia. Costo de bombeo.
CAPÍTULO 12.- El agua para uso ganadero. Mecanismos para extraer y elevar agua. Bombas volumétricas alternativas de émbolo: cilindros, etc. Bombas de diafragma, rotativas, centrífugas. Balde volcador, cangilones, rueda elevadora. Ariete hidráulico. Bomba de eyector. El molino: descripción, caudales aproximados, diámetro de caños, cilindro, y varillas. Automáticos de cierre. Depósitos de agua: embalses por dique, estanque, represa, tajamar, colector pluvial. Tanques. Protección de aguadas. Bebederos.
CAPÍTULO 13.- Distribución del agua de riego en San Luis. Ríos de la Provincia, su utilización. Diques existentes. Superficies irrigadas por cada río. Ríos regularizados y sin regularizar.
CAPÍTULO 14.- Derecho al uso del agua. Aguas públicas y privadas, adquisición de derechos y servidumbres. Gobierno y

administración de las aguas públicas. Catastro y padrón. Financiamiento de obras. Servicios.
IV.- IRRIGACIÓN
CAPÍTULO 15.- Infiltración. Elementos que la afectan. Su determinación. Ecuación de Kostiakov. Ecuación de Philip. Parámetros de infiltración. Infiltración acumulada, instantánea, promedio y básica. Análisis de datos. Su correlación con los tipos de suelo y su importancia en la planificación.
CAPÍTULO 16.- Almacenaje de agua en el suelo. Relaciones agua-suelo-planta. Disponibilidades de agua en el suelo. Relación entre el contenido de agua y el potencial matriz del suelo. Lámina de reposición. Umbral de riego. Cantidad de agua a aplicar. Métodos para medir el contenido de agua del suelo.
CAPÍTULO 17.- Necesidad de riego. Ciclo hidrológico. Balance hídrico para una zona. Necesidad de riego en función del suelo. Dotación de riego. Superficie factible de riego. Frecuencia de riego.
CAPÍTULO 18.- Método de riego por inundación: Principio del sistema intermitente. Su aplicación relacionada con el suelo, con los cultivos y con el tipo de planificación de la finca. Riego sin pendiente: cálculo de los caudales necesarios. Longitud y ancho de las melgas. Tiempo de riego. Riego con pendiente: Cálculo de los caudales necesarios. Riego con uno y dos caudales. Determinación de la longitud y ancho óptimo. Tiempo de riego.
CAPÍTULO 19.- Método de riego por surcos. Principios de aplicación. Su correlación con el suelo, la pendiente, el cultivo y el tipo de planificación de la finca. Riego con pendiente. Cálculo del caudal máximo no erosivo y del caudal de infiltración. Cálculo del espaciamiento y de la longitud a fijar. Manejo del riego con uno y dos caudales. Riego sin pendiente: determinación del caudal y del tiempo de aplicación.
CAPÍTULO 20.- Método de riego por aspersión. Principios del sistema. Casos en que se usa. Ventajas y desventajas. Partes que integran el equipo de riego. Sistemas fijos, semi-fijos y móviles. Funcionamiento y selección de los aspersores. Efecto del viento. Diferentes maneras de planear el sistema. Hidráulica del sistema. Cálculo de las pérdidas de carga. Distintas ecuaciones usadas. Relación entre caudal y presión de la cabeza y pie de los laterales. Cálculo del caño principal. Evaluación de la eficiencia. Pivote central. Manejo.
CAPÍTULO 21.- Método de riego por goteo. Principios del sistema. Ventajas y desventajas. Partes que integran el equipo. Funcionamiento y selección de los regadores. Diferentes maneras de planear el sistema. Hidráulica del sistema, cálculo de las pérdidas de carga. Evaluación de la eficiencia. Micro aspersión. Manejo.
CAPÍTULO 22.- Análisis de la eficiencia de uso del agua de riego. Determinación de la eficiencia de conducción por los canales. Determinación de las eficiencias de: aplicación, almacenaje y distribución del agua al cultivo. La relación de lixiviación y la eficiencia de riego. Relación con los parámetros de diseño: el suelo, el cultivo, la longitud de la unidad de riego y la pericia del agricultor. Eficiencia de distribución interna del agua en una propiedad agrícola. Valores esperados.
V.- DRENAJE
CAPÍTULO 23.- Drenaje de las tierras irrigadas. Tierras que necesitan y no drenaje. Aspecto que presentan los campos a ser avenados. Áreas de infiltración del agua freática y área de descarga. El flujo en zonas saturadas. Gradiente hidráulico. Permeabilidad, conductividad y transmisividad hidráulica. Coeficiente de drenaje, su cálculo. Investigación zonal del drenaje, investigación y proyecto parcelario. Cálculo del caudal a extraer por los laterales. Drenaje abierto y cubierto. Cañerías a emplear. Selección del material filtrante. Drenaje por bombeo.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los Trabajos Prácticos se desarrollarán al finalizar cada unidad temática. La modalidad de trabajo puede ser grupal o individual. Para su aprobación se requiere un informe final individual. La suma de Trabajos Prácticos aprobados constituirá la Carpeta de Trabajos Prácticos. Todos son recuperables a excepción del T.P. Nº 5.

T. P. Nº 1: Tuberías. Cálculo de pérdidas de carga, accidentales y continuas. Manejo de ábacos y tablas. Dimensionamiento. Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización de ábacos, fórmulas, tablas, etc. para conducir agua por tuberías.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 2: Canales. Dimensionamiento. Verificación de la velocidad. Pendiente proyecto. Cálculo del movimiento de tierra. Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización de ábacos, fórmulas, tablas, etc. para conducir agua por canales.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 3: Orificios. Cálculo del área, velocidad y caudal, diferentes casos. Coeficientes. Compuertas.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización de ábacos, fórmulas, tablas, etc. para el aforo de agua.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 4: Vertederos. Cálculo del caudal, diferentes casos, correcciones. Obras de arte en canales: sifones, partidores, saltos, curvas.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización de ábacos, fórmulas, tablas, etc. para el aforo de agua y construcciones anexas que hacen a la conducción.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 5: Visita a diques y zonas irrigadas. Recorrida por la zona: Dique Vulpiani, Canales primarios, secundarios, obras de arte, derivaciones, parcelas de riego. Aforo de agua. Medición del caudal en cauces, uso del flotador y molinete. Determinación del caudal en vertederos y compuertas.
Actividad destinada a que el alumno visualice y practique en campaña los conocimientos adquiridos.
Modalidad: Distrito de Riego de Villa Mercedes.

T. P. Nº 6: Infiltración. Determinación en campaña. Uso del infiltrómetro de doble anillo. Procesamiento de datos. Parámetros de Kostiakov y Philips: resolución analítica y gráfica. Interpretación.
Actividad destinada a que el alumno realice en campaña y analice en gabinete una actividad importante para el riego.
Modalidad: Trabajo de campo (FICES) y aula.

T. P. Nº 7: Necesidad de riego. Determinación analítica de las necesidades de riego mensual y diaria. Procesamiento de datos, interpretación de resultados. Cálculo de dotación de riego y superficie factible de riego.
Actividad destinada a que el alumno analice y practique sobre las necesidades hídricas de los cultivos y su relación con el recurso.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 8: Riego por melgas con y sin pendiente. Cálculo del ancho y largo. Caudales a utilizar. Tiempo de riego. Surcos con y sin pendiente. Cálculo del espaciamiento y largo. Coeficiente "C". Caudales a utilizar. Tiempo de riego.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización de métodos de riego por escurrimiento superficial.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 9: Riego por aspersión. Planteo inicial, selección del aspersor, cálculo del ala regadora y de cañerías secundarias y principal. Límites hidráulicos permitidos. Control de variaciones de presión y caudal.
Selección del equipo de bombeo.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización del método de riego por aspersión y de equipos de bombeo.

Modalidad: Aula.

T. P. Nº 10: Riego por goteo. Hidráulica del sistema, límites permitidos.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en la utilización del método de riego por goteo.
Modalidad: Aula.

T. P. Nº 11: Evaluación de métodos de riego. Toma de datos en campaña. Procesamiento de datos. Graficación de curvas de avance y receso. Tiempo oportunidad. Determinación de las eficiencias de aplicación, almacenaje y distribución. Patrón de infiltración. Interpretación, medidas correctivas.
Actividad destinada al entrenamiento del alumno en su capacidad de visualizar las eficiencias y pérdidas de agua durante el riego.
Modalidad: Aula.

VIII - Regimen de Aprobación

CONDICIONES:
Se utiliza el régimen de aprobación por examen final (Ord. CS 13/03)

1.- PARA CURSAR:
Las exigidas por el Plan de Estudios: Edafología aprobada y haber alcanzado la regularidad de las asignaturas: Maquinaria Agrícola y Manejo y Conservación de Suelos.
2.- PARA REGULARIZAR:
Cumplimentar como mínimo lo siguiente:
• Asistir al 80 % de los Trabajos Prácticos.
• Aprobar el 100 % de los Trabajos Prácticos (Carpeta de Trabajos Prácticos aprobada).
• Aprobar el 100 % de los Exámenes Parciales. Puntaje mínimo siete (7) puntos sobre diez (10).
Durante el cuatrimestre serán tomados tres exámenes parciales de carácter teórico-práctico, sobre temas desarrollados.
Cada Trabajo Práctico y cada Examen Parcial tiene una recuperación.
El alumno que trabaje y hubiere acreditado esta situación en tiempo y forma tendrá derecho a otra recuperación la que se llevará a cabo en la última semana del cuatrimestre.
3.- RÉGIMEN DE APROBACIÓN POR EXAMEN FINAL:
Deberá previamente cumplimentar las exigencias del Plan de Estudios.
3.1.- Alumno regular:
Para la aprobación del Curso el alumno deberá aprobar un examen oral individual. Los temas serán los correspondientes al Programa de Examen, mediante la extracción de dos bolillas. Sobre esos tema y su correlación con la globalidad de la Materia será evaluado por el Tribunal.
3.2 - Alumno libre:
Para la aprobación del Curso deberá:
a.- Rendir y aprobar un examen individual escrito, el día previo hábil al de la Mesa de Examen, con un tiempo máximo de resolución de (2) horas, sobre temas del Programa de Trabajos Prácticos, puntaje mínimo siete (7) puntos sobre diez (10). Esta aprobación es indispensable para acceder al proceso evaluatorio de la Mesa Examinadora en la que el alumno se inscribió.
b.- Superada la instancia anterior la evaluación continua según lo establecido en 3.1.
4.- RÉGIMEN DE APROBACIÓN SIN EXAMEN FINAL:
No habilitado.

IX - Bibliografía Básica

[1] ISRAELSEN, O. W. Y HANSEN, V. E. "Principios y aplicaciones del riego". 2ª edición. Bs. As., Argentina. REVERTE, 1973.
[2] GRASSI, CARLOS J. “Fundamentos del riego”. Reedición 1998. Mérida, Venezuela. Talleres gráficos del CIDIAT.
[3] GRASSI, CARLOS J. “Diseño y operación del riego por superficie”. 2ª edición. Mérida, Venezuela. Talleres gráficos del CIDIAT. 2000.
[4] GRASSI, CARLOS J. “Drenaje de tierras agrícolas”. 2ª edición. Mérida, Venezuela. Talleres gráficos del CIDIAT. 1999
[5] HIDALGO GRANADOS, Antonio. "Métodos modernos de riego por superficie". Madrid, España. AGUILAR, 1971.
[6] INTA, "Riego y drenaje". Bs. As., Argentina. INTA, 1966.
[7] BOHER, L. J. "El riego superficial". Roma, Italia. FAO, 1974.
[8] TARJUELO MARTÍN-BENITO, José Ma. El riego por aspersión y su tecnología. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª edición. 1999.
[9] PIZARRO, Fernando. "Riegos localizados de alta frecuencia. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 1996.
[10] FUENTES YAGÜE. Técnicas de Riego.
[11] OLIVIER, Henry. "Riego y clima". México. CONTINENTAL, 1954.
[12] TRUEBA CORONEL, Samuel. "Hidráulica". México. CONTINENTAL, 1954.
[13] THORNE, D. M. "Técnicas de riego, fertilidad y explotación de los suelos".
[14] GOMEZ POMPA, Pedro. "Riego a presión, aspersión y goteo". Barcelona, España. AEDOS, 1975.
[15] DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE U.S.A. "Planeamiento de sistemas de riego para granjas". México. DIANA, 1972.
[16] BAVERA, G. A. y otros. "Aguas y aguadas". Bs. As., Argentina. HEMISFERIO SUR, 1979.

X - Bibliografia Complementaria

[1] LUQUE, J. A. "Manual técnico para la administración y manejo de distritos de riego". Bs. As., Argentina. HEMISFERIO SUR, 1976.
[2] PALACIOS VELEZ, Enrique. "Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego". Chapingo, México. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS-ESCUELA DE AGRICULTURA, 1977.
[3] FAO. "Riego por goteo". Roma, Italia. FAO, 1974.
[4] AYERS, R. S. y WESCOT, D. W. "Calidad del agua para la agricultura". Roma, Italia. FAO, 1976.
[5] FAO. "Éxito en el regadío: planeamiento, fomento y ordenación". Roma, Italia., FAO, 1968.
[6] PALACIOS VELEZ, Enrique. "Productividad, ingresos y eficiencia en el uso del agua de los distritos de riego de México". Chapingo, México. COLEGIO DE POST-GRADUADOS, 1975.
[7] PALACIOS VELEZ, Enrique. "Respuesta en el rendimiento de los cultivos a diferentes niveles de humedad en el suelo". Chapingo, México. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HÍDRICOS, 1978.
[8] DEPARTMENT OF THE INTERIOR U. S .A. "Diseños de pequeñas presas". México. CONTINENTAL, 1966.
[9] HIDROLOGIA APLICADA Chow, V. T., Maidment D. y Mays L. W. 1994. McGrawHill.

XI - Resumen de Objetivos

El uso del agua de riego es una práctica antigua que permite en las zonas áridas y semiáridas complementar los aportes hídricos que no logran satisfacer las precipitaciones.
Para ello es necesario hacer uso de los conocimientos de la hidráulica que permite la captación y conducción del agua desde el sitio de abastecimiento al lugar de uso.
El riego como método de aporte de agua al complejo suelo-planta es altamente redituable si se realiza con criterio técnico y respetando las normas básicas que hacen a su uso.
Día a día toma mayor importancia el desarrollo de tecnologías que mecanizan y automatizan la irrigación, por lo que el futuro Ingeniero Agrónomo deberá tener fuertes conocimientos en el uso de esta herramienta técnica.

XII - Resumen del Programa

- Hidráulica: Propiedades de los fluidos.
- Hidrodinámica: Teoremas que la definen.
- Tuberías: Dimensionamiento de cañerías.
- Canales: Dimensionamiento de canales.
- Aforo de agua: Determinación de caudales.
- Aguas subterráneas: Depósitos naturales, perforaciones para riego.
- Selección del equipo de bombeo: Características fundamentales de funcionamiento.
- El agua para uso ganadero: Mecanismos para extraer y elevar agua.
- Infiltración: Elementos que la afectan.
- Almacenaje de agua en el suelo: Relaciones agua-suelo-planta.
- Necesidad de riego.
- Métodos de riego: Interrelación con los suelos y los cultivos. Principios de aplicación. Diseño.

XIII - Imprevistos

XIV - Otros

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	