



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA, PRODUCCIÓN Y ECONOMÍA AGRARIA

Asignatura: (100610553) SISTEMAS DE RIEGO

Centro: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria.

Carácter: Troncal

Número de créditos: 7,5

Curso: 5º

Cuatrimestre: Segundo

Curso académico: 2007/2008

Titulación en la que se imparte/ Curso /Cuatrimestre:

Ingeniero Agrónomo

Profesor/a:

Jesús Rodrigo López y Domingo Sáenz Pisaca

Horario de Clases:

Teóricas:	Lunes de 12:00 a 13:00
	Miércoles de 11:00 a 13:00
Prácticas:	Lunes de 16:30 a 20:30

Aula asignada y ubicación:

2.1

Horario de Tutorías:

Lunes de 9:00 a 12:00

Miércoles de 9:00 a 11:00 y de 13:00 a 14:00

Ubicación del despacho:

Primera planta

Teléfono:

922318548



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Objetivos:

Completar el riego en parcela; proyectar redes de distribución de agua a presión para riego, con estaciones de bombeo. Estudio de transitorios. Drenaje

Contenidos:

TEMARIO DE TEORÍA.

Capítulo I.- RIEGO POR ASPERSION

Tema 1. El riego por aspersión estacionario (4 h)

- Sistemas semifijos con ramales móviles
- Sistemas fijos
- Criterios para selección de aspersores
- Factores que condicionan la aplicación de agua
- La distribución del agua de riego según el CU del sistema. Eficiencia de aplicación y demás parámetros que definen la calidad del riego
- Criterios y consideraciones para el diseño agronómico
- Recomendaciones para el diseño y funcionamiento de los sistemas estacionarios en base a ensayos de campo
- Diseño y cálculo de sistemas estacionarios
- Evaluación de sistemas estacionarios

Tema 2. Cañones de riego (2 h)

- Descripción del sistema. Los cañones, los mecanismos de propulsión, funcionamiento, control y seguridad
- Condiciones de funcionamiento
- Diseño y cálculo de riego con cañones
- Evaluación del sistema

Tema 3. Equipos Pivot (3 h)

- Características fundamentales del sistema
- Tipos de emisores, presiones de trabajo y espaciamientos
- Variación del caudal y la pluviometría a lo largo de la tubería
- Distribución de presiones en la tubería
- Pérdida de carga en el ramal
- Requerimientos de presión en cabeza
- Selección de boquillas. Boquillas reguladoras de presión



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- Uniformidad de emisión
- Evaluación de riegos mediante equipos Pivot

Tema 4. **Laterales de avance frontal** (2 h)

- Características fundamentales del sistema
- Distribución de presiones y pérdida de carga en el ramal
- La ejecución del riego y el manejo del sistema
- Proyecto de un sistema
- Evaluación de riegos con sistemas de avance frontal

Capítulo II.- RIEGO LOCALIZADO

Tema 5. **Componentes** (2 h)

- Características fundamentales del sistema. Definiciones
- Riego por goteo
 - * Goteros
 - * Sistemas integrados
 - * Tuberías de goteo
 - * Riego subterráneo
- Riego aéreo
 - * Mini-aspersores
 - * Difusores
 - * Pulsadores
- Otros sistemas localizados
 - * Tubería y alcorque
- Los emisores. Principales tipos. Parámetros que definen su calidad y funcionamiento.
- Equipos de filtrado
 - * Pre-filtrado. Hidro-ciclones
 - * Filtros de arena. Característica de la arena
 - * Filtros de malla o de anillas
- Equipos de fertilización
- Aparatos de control
 - * Reguladores de caudal y de presión
 - * Válvulas hidráulicas y volumétricas
- Tuberías normalizadas para riego localizado
- Piezas especiales

Tema 6. **Diseño agronómico** (3 h)

- Proceso general de un Proyecto de riego localizado
- Diseño agronómico
 - * Necesidades de riego
 - * Volumen de suelo mojado
 - ** Disposición de laterales y emisores
 - ** Riego en los primeros estadios de desarrollo
 - * Dosis y frecuencia de aplicación
 - * Riego a pulsos. Goteros anti-drenaje
- Procedimientos para el diseño agronómico. Manejo de programas informáticos



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

específicos desarrollados por el prof. Rodrigo

Tema 7. **Diseño hidráulico** (4 h)

- Consideraciones generales para el diseño. Uniformidad de emisión
- Marco de utilización del Proyecto. Unidades operacionales de riego
- Tolerancia de presiones en una subunidad de riego
- Diseño y cálculo de laterales en condiciones especiales
- Diseño y cálculo de subunidades de riego
- Manejo de los programas informáticos específicos desarrollados por prof. Rodrigo
- Diseño y cálculo de la estación de control

Tema 8. **Normas de mantenimiento de instalaciones** (1 h)

- Tipos de obturaciones. Prevención y corrección
- Operaciones de mantenimiento y su periodicidad
- Operaciones de corrección. Lavado de instalaciones

Tema 9. **Evaluación de riegos en instalaciones de riego localizado** (2 h)

- Metodología adaptada de los prof. Merriam y Keller
- Evaluación de la uniformidad de distribución global según el programa de evaluación de riegos del Irrigation Training and Research Center (ITRC) de la Universidad Politécnica del Estado de California.

Capítulo III.- REDES COLECTIVAS DE RIEGO A PRESION

Tema 10. **Transitorios hidráulicos** (3 h)

- Movimiento variable de los líquidos en tuberías
- Golpe de ariete. Descripción del fenómeno
- Celeridad de la onda de presión. Fórmulas de Joukowski, Allievi y Michaud
- Programas informáticos
- Sistemas de protección contra el golpe de ariete

Tema 11. **Tuberías** (2 h)

- Tuberías de fundición dúctil
- Tuberías de acero
- Tuberías de UPVC
- Tuberías de Polietileno
- Tuberías de Poliester reforzado
- Tuberías de amianto-cemento
- Tuberías de hormigón
 - * Hormigón en masa
 - * Hormigón armado
 - * Hormigón pretensado con o sin camisa de chapa
- Criterios de selección
- Cálculo mecánico
 - * Dimensionado a presión interna
 - * Dimensionado a cargas externas



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- Dimensionado de anclajes
- Arquetas y otras obras de fábrica

Tema 12. Equipos de seguridad y control (3 h)

- Válvulas. Leyes de cierre. Coeficientes hidráulicos
 - * De corte
 - * Hidráulicas y electrohidráulicas
 - * De desagüe
 - * De alivio
 - * Ventosas
 - * Reguladoras de presión
 - * Limitadoras de caudal
- Dispositivos antiariete
- Hidrantes
- Medidores de caudal, volumen y presión

Tema 13. Redes para riego a turno o a la demanda (4 h)

- Redes de distribución. Tipos.
- Estudios previos de caracterización de los regadíos
- Caudales unitarios. Hidrantes
- Criterios para el trazado de la red
- Determinación del caudal ficticio continuo
- Caudales en una red de riego por turno
- Parámetros que definen el riego a la demanda. Caudal en las tomas
- Determinación de los caudales en los tramos. Método de Clement
 - * Grados de libertad
 - * Rendimiento de la red
 - * Calidad de funcionamiento
 - * Garantía de suministro
 - * Dotación
 - * Caudales de diseño de la red

Tema 14. Dimensionado de la red (3 h)

- Dimensionado de la red de tuberías. Datos de partida
 - * Cota piezométrica en cabecera conocida
 - * Cota piezométrica en cabecera desconocida
- Métodos de optimización en ambos casos
- Utilización del “Sistema Granados” mediante el programa desarrollado por el prof.
- Ajuste de resultados por pérdidas de carga en puntos singulares
- Interpretación de resultados
- Índices de evaluación de la red

Tema 15. Regulación de la red (2 h)

- Curva de demanda o de consigna de la red
- Sistemas de regulación
- Regulación mediante depósitos elevados. Depósitos de compensación y de cola
- Métodos de inyección directa a la red



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- * Regulación con grupos de velocidad fija
- * Regulación con grupos de velocidad variable
- * Regulación mixta

Capítulo IV.- IMPULSIONES

Tema 16. **Bombas centrífugas** (*Constitución y funcionamiento*) (2 h)

- Clasificación de las bombas hidráulicas
- Constitución de una bomba centrífuga
- Factor NPSH. Funcionamiento sin cavitación
- Ecuación de Euler de las turbo-máquinas
- Pérdida de energía en una bomba centrífuga. Rendimientos
- Criterios para la elección de bombas
- Curvas características
- Consideraciones sobre las curvas características

Tema 17. **Bombas centrífugas** (*Su utilización*) (2 h)

- Punto de funcionamiento
- Influencia del tipo de características sobre el funcionamiento de la instalación
- Acoplamiento de bombas en serie
- Acoplamiento de bombas en paralelo
- Elección del número de grupos de elevación

Tema 18. **Semejanza de bombas** (2 h)

- Fórmulas de semejanza. Bombas homólogas
- Semejanza en una bomba cuando varía el número de revoluciones
- Velocidad específica
- Clasificación de las bombas roto-dinámicas según la velocidad específica
- Curvas características generales a diferentes velocidades
- Fórmulas de semejanza en una bomba cuando varía el diámetro del rodete.

Capítulo V.- DRENAJE

Tema 19. **Drenaje** (4 h)

- Problemas de exceso de agua
 - * Encharcamiento
 - * Percolación lenta; capa colgada
 - * Capa freática superficial
- Drenaje subterráneo en zonas llanas
 - * Materiales para drenes cerrados
 - * Sistemas de drenes horizontales paralelos
 - ** Trazado
 - ** Parámetros que definen el sistema
 - ** Regímenes de flujo del agua a los drenes
 - * Profundidad de drenaje
 - * Cálculo de espaciamientos para condiciones de régimen permanente
 - ** Ecuación de Hooghoudt



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

** Ecuación de Ernst

* Cálculo de espaciamientos para condiciones de régimen variable

** Ecuación de Glover-Dumm

** Ecuación de Boussinesq

** Ecuación de Kraijenhoff van Leur

** Análisis de Groot

Tema 20. **Red de drenaje. Cálculo hidráulico de drenes Laterales** (2 h)

- Área drenable. Red principal de drenaje
- Trazado de la red
- Caudal de diseño
- Pendiente
- Sección hidráulica de zanjas. Revestimientos
- Diámetros de drenes

Tema 21. **Mejora del drenaje interno del suelo** (2 h)

- Limitaciones del drenaje interno. Laboreo y subsolado
- Drenaje topo
 - * Fundamentos, aptitud de los suelos
 - * Tipos de arados topes
 - * Parámetros de diseño
 - * Conservación
- Sistemas mixtos

Tema 22. **Plantas de bombeo para drenaje** (2 h)

- Área drenable a servir por la planta
- Capacidad de la planta
- Selección de la bomba
- Determinación del volumen a almacenar
- Controles, seguridad y accesorios

Capítulo VI.- AUTOMATIZACION

Tema 23. **Control de sistemas de riego y redes** (2 h)

- Generalidades sobre sistemas de control automático
- Control de redes de riego a presión
 - * Factores que influyen en el nivel de automatización
 - ** Naturales
 - ** Económicos
 - ** Sociales
 - * Control a nivel de explotación
 - * Control activo
 - * Control pasivo
 - * Almacenaje de información
 - * Esquema básico de control en redes
 - ** Medición
 - ** Transmisión



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- ** Recepción y registro
- ** Alimentación energética
- ** Protección
- * Configuración del sistema de control
- Control de sistemas de riego
 - * Niveles de control
 - * Parámetros a controlar
 - * Configuraciones posibles
 - ** Por tiempos
 - ** Por Volúmenes
 - ** Mixtas
 - ** Retro-alimentadas

PROGRAMA DE PRÁCTICAS:

1.- Prácticas de gabinete

Todos los lunes por la tarde la asistencia a clase es obligatoria pues durante las 4 h de duración se realizarán ejercicios prácticos de aplicación de los conocimientos teóricos.

Como resultado de ellos los alumnos desarrollarán individualmente los siguientes ejercicios:

- S Diseño agronómico de instalaciones de riego por aspersión y localizado
- S Diseño hidráulico de instalaciones de riego por aspersión y localizado
- S Determinación de caudales y optimización y cálculo de una red de riego por turnos y a la demanda
- S Instalación de bombeo y estimación de golpes de ariete.
- S Red de drenaje

2.- Práctica de campo

En un viaje a la zona de Las Galletas y en cultivo de platanera

Obtención de la uniformidad de distribución de una subunidad de riego por los métodos de Merriam y Keller y según el programa de evaluación de riegos del Irrigation Training and Research Center (ITRC) de la Universidad Politécnica del Estado de California.

Metodología:

Las llamadas clases teóricas reseñadas en los programas anteriores se impartirán con una finalidad eminentemente práctica, acompañadas de ejemplos y aplicaciones con objeto de hacerlas más comprensivas y útiles. Además se propondrán a lo largo del curso varios trabajos a desarrollar por los alumnos fuera de las horas lectivas.

Evaluación:

Criterios de evaluación:

Al final del curso se efectuará una prueba escrita de teoría y problemas del temario y ejercicios impartidos.

Para poderse presentar a esta prueba será indispensable haber asistido a todas las clases



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

prácticas, sólo se admiten dos faltas en todo el curso, y haber presentado correctamente los trabajos encargados para casa.

Bibliografía Básica:

LIBROS DE TEXTO Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tarjuelo, J.M. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa.
Rodrigo, J., Hernández, J.M., Pérez, A. y González, J.F. 1997. Riego localizado. Ediciones Mundi-Prensa-MAPA.
Rodrigo, J. y Cordero, L. 2003. Riego localizado. Programas Informáticos para Windows. Ediciones Mundi-Prensa.
Granados, A. 1986. Infraestructura de regadíos. Redes colectivas de riego a presión. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.
Martínez, J. 1999. Drenaje. IV Master Internacional de Riego y Drenaje. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. MAPA.

Firmado: Jesús Rodrigo López