

# **DRENAJE AGRICOLA (T y P)**

## **FICHA CURRICULAR**

### **DATOS GENERALES**

Departamento:	Irrigación
Nombre del programa:	Ingeniero en Irrigación
Area:	Riego y Drenaje
Asignatura:	Drenaje Agrícola
Carácter:	Básica-obligatoria
Tipo:	Teórico-Práctica
Prerrequisitos:	Relación Agua-Suelo-Planta- Atmósfera, Hidrología Superficial, Geohidrología, Métodos (Ingeniería) de Riego, Meteorología Agrícola, Programación y Métodos Numéricos.
Nombre del Profesor:	
Ciclo escolar:	2005-2006
Grado escolar:	Séptimo
Semestre:	Primero
Horas Teoría/semana:	3.0
Horas Práctica/semana:	1.5
Horas totales del curso:	72.0

### **RESUMEN DIDACTICO**

El curso de Drenaje Agrícola es parte de los cursos que se dictan dentro del Area de Riego y Drenaje y se dicta en el séptimo año cuando ya se han estudiado prerrequisitos señalados.

Esta materia es parte de las materias conocidas como “terminales” dentro de la carrera de Ingeniero en Irrigación. Los conocimientos que se imparten están orientados a identificar, pronosticar, diagnosticar y diseñar sistemas de drenaje superficial y/o subsuperficial para resolver dos tipos de problemas: el control del exceso de humedad en regiones de alta precipitación atmosférica y la prevención y combate del ensalitramiento en zonas áridas de riego, en este caso mediante la prevención del ascenso o el abatimiento de niveles freáticos.

Además de clases teóricas y discusiones de grupo el programa de esta materia incluye prácticas de campo, de laboratorio de cómputo y viajes de estudio.

La evaluación se realiza de la siguiente forma:

2 exámenes parciales:	80%
Reporte de prácticas:	20%

# **DRENAJE AGRICOLA (T y P)**

## **PROGRAMA DE ESTUDIOS**

### **PRESENTACION**

En el curso de Drenaje Agrícola se enseña a los alumnos las técnicas para prevenir o remover los excesos de agua en los suelos agrícolas, ya sean de zonas húmedas o zonas áridas de riego. Complementariamente, en las zonas áridas de riego, el drenaje debe ayudar a prevenir y combatir los problemas de ensalitramiento de los suelos que ponen en peligro la sustentabilidad de la agricultura de riego y que generalmente surgen como consecuencia de un manejo deficiente del agua de riego.

### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar, pronosticar y diagnosticar los problemas de exceso de agua en la agricultura y proyectar las medidas pertinentes para prevenir, eliminar o reducir estos problemas.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Dar definiciones y conceptos básicos del drenaje
- Explicar los daños a los cultivos, suelos y a la mecanización agrícola.
- Hacer una breve explicación de las bases del movimiento del agua en el suelo.
- Explicar la forma general en que se estudian y resuelven los problemas de drenaje.
- Exponer ordenadamente las diferentes causas que originan los problemas.
- Predecir el surgimiento de los problemas
- Medir la magnitud del problema
- Facilitar el diagnóstico de los problemas de drenaje
- Priorizar las causas
- Diseñar diferentes medidas preventivas eliminando las fuentes externas de recarga
- Explicar los métodos de eliminar las distintas fuentes de recarga interna
- Enseñar la forma de superar los obstáculos externos
- Explicar los principios de la técnica del drenaje superficial
- Explicar los principios de la técnica del drenaje subterráneo
- Enseñar al estudiante a integrar un proyecto de drenaje
- Explicar la necesidad de evaluar la acción del drenaje y hacer ajustes

### **CONTENIDO**

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Introducción   | 1.0 h |
| 1.1. Definición de Drenaje Agrícola y formas de manifestación |       |
| 1.2. Drenaje en el trópico húmedo y en zonas áridas           |       |
| 1.3. Algunas referencias sobre problemas de drenaje           |       |
| 2. El Drenaje y su relación con el suelo y los cultivos       | 2.0 h |
| 2.1. Daños a los cultivos                                     |       |

2.2. Efecto de la humedad excesiva sobre los suelos, mecanización agrícola, problemas sanitarios y otros.	
3. Elementos de flujo en medios porosos.	6.0 h
3.1. La distribución de la humedad en el perfil del suelo.	
3.2. La relación entre el potencial y el contenido de humedad.	
3.3. Ley de Darcy, relación entre la K y la humedad del suelo. Determinación de Heterogeneidad y Anisotropía. Suelos estratificados.	K.
3.4. Ejemplos de flujo de agua hacia drenes.	
4. Niveles de estudio y secuela general de los trabajos para prevenir y/o combatir el exceso de agua.	2.0 h
5. Causas que provocan los problemas de drenaje agrícola	3.0 h
5.1. Clasificación según tipos de alimentación y obstáculos	
5.2. Clasificación según la naturaleza y ubicación de las causas	
5.3. Cuadro de clasificación	
6. Pronóstico de los problemas de empantanamiento mediante modelos matemáticos.	2.0 h
6.1. Alimentación de infiltración	
6.2. Alimentación freática	
6.3. Alimentación combinada	
7. Caracterización del empantanamiento.	3.0 h
7.1. Balance hídrico	
7.2. Estudios freatrimétricos.	
8. Identificación de las causas que ocasionan un problema concreto.	3.0 h
9. Jerarquización de causas identificadas.	2.0 h
10. Diseño de medidas preventivas y correctivas	3.0 h
10.1. Eliminación de fuentes externas de alimentación	
10.2. Control de inundaciones	
10.3. Drenaje interceptor de corrientes subterráneas.	
11. Eliminación de fuentes internas.	3.0 h
11.1. Sobre-riego y lluvia infiltrada	
11.2. Filtración en la red de canales	
11.3. Métodos de detección de pérdidas de filtración en canales.	
11.4. Medidas de combate.	
12. Eliminación de obstáculos externos.	1.0 h
12.1. Dificultades en la descarga de los colectores	
12.2. Filtración en la red de canales	

12.3. Altos topográficos	
12.4. Conservación de drenes y eliminación de obstrucciones	
13. Drenaje superficial	6.0 h
13.1. Información básica	
13.2. Métodos de modificación del terreno:	
a) Conformación	
b) Emparejamiento	
c) Camellones anchos	
d) Camellones angostos	
13.3. Diseño de la red desagües	
a) Cálculo del coeficiente de drenaje	
b) Trazado de la red de drenaje	
c) Cálculo de la capacidad de los canales y colectores (regla 20 - 40)	
14. Drenaje subsuperficial	8.0 h
14.1. Información básica	
a) Topografía	
b) Geología	
c) Edafología	
d) Salinidad	
14.2. Cálculo de espaciamiento entre drenes parcelarios	
a) Fórmulas para flujo permanente (Donnan, Hooghdout, Dagan, Ernst).	
b) Fórmulas para flujo no-permanente (Glover-Dumm, Kraijenhoff).	
14.3. Teoría de O. Castilla sobre el drenaje natural de los suelos	
14.4. Cálculo del diámetro de tuberías:	
a) Drenes lisos	
b) Drenes corrugados	
c) Drenes telescópicos	
14.5. Tipos de drenes subterráneos:	
a) Drenes de zanja a cielo abierto	
b) Drenes topo	
c) Drenes de tubo	
15. Diseño en planta y perfil de la red general de drenaje	1.5 h
16. La importancia de la evaluación de resultados y diseño de ajustes.	1.5 h

## **PROGRAMA DE PRACTICAS DEL CURSO DE DRENAJE AGRICOLA**

### **Práctica de campo en el área de Chapingo:**

- |   |       |
|---|-------|
| 1) Causas que provocan el problema de Drenaje Agrícola e investigaciones agrohidrológicas del perfil del suelo. | 2.0 h |
| 2) Diseño de la red colectores para zonas tropicales y subtropicales.   | 5.0 h |

- 3) Freatimetría: Construcción de redes de pozos de observación del manto freático: planos de hidroisobatas e hidroisohipsas, gráficas de variación en el tiempo de niveles freáticos en sitios específicos y de áreas con distinto rango de profundidad del nivel freático. 6.0 h
- 4) Determinación de la conductividad hidráulica por el método de "recuperación del nivel freático" y de la velocidad de infiltración básica por el método del "infiltrómetro de doble cilindro". 2.0 h
- 5) Formulación de espaciamiento de drenes: 6.0 h

**Prácticas de laboratorio de cómputo (en Chapingo y en Montecillos):**

5.1) Uso de la "Guía computarizada del drenaje parcelario de distritos de riego", que contiene información sobre conceptos básicos del drenaje y permite realizar automáticamente los cálculos del espaciamiento y cálculos hidráulicos del drenaje.

5.2) Uso del programa DACORD, elaborado por el CEMAGREF francés, que permite realizar en forma automática los cálculos topográficos para la ubicación de sistemas de drenaje subterráneo.

**6) Diseño de drenes interceptores. 3.0 h**

**7) Viaje de estudio generacional: Observación a realizar en el viaje de estudios generacional.**

7.1) Viaje a un distrito de riego de zona árida (probablemente al distrito de riego del Valle Imperial en el sur de California, Estados Unidos) para observar sistemas de drenaje parcelario para prevención del ensaltramiento de terrenos de riego. Se observarán problemas de balance hídrico, estudios freatimétricos y de salinidad, respuesta de los cultivos y suelos al drenaje, diseño y construcción y lavado de drenes con mangueras de agua a presión, uso de sistemas de bombeo para descargar el drenaje parcelario a los colectores de drenaje costos, financiamiento y evaluación económica del drenaje parcelario. Para realizar estas observaciones se establecerá contacto con el Soil Conservation Service las autoridades del distrito de riego y empresas constructoras como la Lidco, Inc. El viaje será aprovechado para hacer otras observaciones sobre operación y conservación de sistemas de riego, por lo que es deseable que se realice hacia finales del semestre.

7.2) Viaje al campus Tabasco del Colegio de Postgraduados, para observar sistemas de drenaje de zonas húmedas. Se observarán problemas de balance hídrico de zonas húmedas, estudios freatimétricos, respuesta de cultivos al drenaje superficial y subterráneo, construcción y evaluación del funcionamiento de drenes problemas ambientales de drenaje.

## **METODOLOGIA**

En el curso de Drenaje Agrícola se considera prioritario la actividad dentro y fuera del salón de clase de los estudiantes para el mejor aprendizaje y captación de los diferentes temas, para cumplir dicho fin se divide el curso en dos: la parte teórica, para su desarrollo se establecerán sesiones expositivas del profesor, videos y de cómputo. Dentro de ésta se asignarán trabajos de investigación bibliográfica, individuales y por equipos correspondientes a temas tratados.

La parte práctica, se desarrollará en los terrenos ejidales de San Martín Nezahualcóyotl y San Luis Huexotla – Municipio de Texcoco, Estado de México; en ellas se compilarán los parámetros y variables edáficas, hidrológicas y agronómicas para diseñar sistemas de drenaje subterráneo. Además para zonas tropicales y subtropicales de la República se diseñaron sistemas de drenaje superficial previa visita al área problema.

Los materiales didácticos que se emplean son un manual de drenaje parcelario de distritos de riego, una guía computarizada (contenida en un disquete) y el uso de un sistema computarizado desarrollado por el CEMAGREF francés, cuyos derechos de uso con fines didácticos no-comerciales han sido otorgados al Programa de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados, lugar donde se realizarían también algunas de las prácticas.

Se establecerán horarios de asesorías extraclase para alumnos.

## **EVALUACION DEL CURSO**

El 50% de la evaluación se realiza a través de las tareas y un examen parcial. El 50% restante con el examen final.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Básica:**

1. IMTA/CNA. 1993. Manual de Drenaje Parcelario de Distritos de Riego. Publicada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 187 pp. (Como complemento de esta publicación se tiene además una Guía Simplificada y una Guía Computarizada contenida en un disquete).
2. INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT (ILRI). 1977. Principios y Aplicaciones del Drenaje. Tomo I, II, III y IV. Wageningen, Holanda (Existen versiones en inglés y en español)
3. INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT (ILRI). 1994. Drainage Principles and Applications. 2nd edition (one volume). Wageningen, The Netherlands (Sólo hay versión en inglés)
- 4 JAN VAN SCHILFGAADE (Editor). 1974. Drainage for Agriculture. No. 17 in the Series AGRONOMY . Madison. Wis., U. S. A.

### **Complementaria:**

5. A.S.C.E. Irrigation and Drainage Division. 1980. Irrigation and Drainage Today's Challenges. Proceedings of the 1980 Speciality Conference, New York.

6. AVERYANOV, S.F. El Drenaje Horizontal en la lucha contra la salinización de las tierras de riego E.N.A. Chapingo, Departamento de Irrigación.
7. CHRISTIANSEN, J.E. y GRASSI, C.J. 1969 Manual de Drenaje en Tierras de Riego. CIDIAT, Venezuela.
8. E.U.A. BUREAU of RECLAMATION. 1978 Drainage Manual. Washington Government Printing Office.
9. F.A.O. UNESCO 1973 Irrigation, Drainage and Salinity. Hutchinson and Co. London.
10. F.A.O. 1964 Métodos y Máquinas para el Drenaje por Tubos. Cuaderno de Fomento Agropecuario FAO No. 78 Roma
11. F.A.O. 1976 El Drenaje de Suelos Salinos. Estudio FAO sobre Riego y Drenaje No. 16 Roma.
12. F.A.O. Ensayo de Drenaje. Estudios FAO sobre Riego y Drenaje No. 28 Roma
13. HILLEL, D. 1971 Soils and Water. Academic Press New York-London
14. LOPEZ, S. J.L. 1973. Drenaje Agrícola de Concentración Parcelaria y Ordenación Rural. Madrid.
15. LUTHIN, J.N. 1957. Drainage of Agricultural Lands. Madison, Wis., U.S.A.
16. PIZARRO, F. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Editorial Agrícola Española. Madrid.
17. REMENIERAS, G. 1971. Tratado de Hidrología Aplicada. Editores Técnicos Asociados. Barcelona
18. S.C.S. - USDA. 1973 Drainage of Agricultural Land (Section 16 of the National Engineering Handbook). Water Information Center. New York.
19. LUQUE, J.A. Y VÁZQUEZ, R.J. 1991. Drenaje Agrícola y Desague de Areas Inundables. Editorial Hemisferio Sur S.A. Argentina.
20. IMTA/CNA. 1998. Manual de Diseño e Instalación de Drenaje Parcelario en Zonas Áridas Semiáridas bajo Riego. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
21. BECERRA, A.M. 1999. Escorrentia, Erosión y Conservación de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
22. UACH. 2001. Curso Internacional de Ingeniería de Drenaje Agrícola. Volumen I, II, III y IV. UACH. México.