

## PROGRAMA ANALÍTICO

Fecha de elaboración: Julio de 1996

Fecha de revisión: Octubre de 1996

Fecha de actualización: Octubre de 2005

### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Materia: SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Clave: RYD-455

Departamento que la imparte: RIEGO Y DRENAJE

Número de horas teoría: 3

Número de horas práctica: 2

Número de créditos: 8

Carrera(s) y semestre(s) en la(s) que se imparte: Ingeniero Agrónomo en Irrigación

7°. Semestre hasta Generación 2003 y 5°. Semestre a partir de la Generación 2004.

Prerrequisito(s): RYD-428 Sistemas de Riego por Superficie (hasta Generación 2003) y SR (sin requisitos) a partir de la Generación 2004.

### II. OBJETIVOS GENERALES

El principal propósito es guiar y promover un esquema global de patrones de pensamiento que concurren en la comprensiva y eficiente selección, diseño, instalación, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego por aspersión .

En el curso se ofrecen estrategias de diseño completas y se presentan ejemplos de proyectos para todos los principales tipos de sistemas de aspersión (entre ellos: lateral de movimiento manual, lateral tipo side roll, cañón estacionario, cañón viajero, pivote central, avance frontal y sistemas fijos para riego de jardines).

Los ejercicios de diseño se orientan pedagógicamente para que el alumno vaya descubriendo las técnicas para seleccionar y combinar los componentes individuales que mejor se adapten para lograr el ensamblaje completo de un sistema de irrigación adecuado y funcional para un sitio en particular.

Las prácticas de campo y experimentos en laboratorio son para reproducir algunas metodologías de observación y/o validar modelos para reforzar el aprendizaje y dar oportunidad a vivir una experiencia dirigida orientada hacia metas educacionales.

En el curso también se revisan brevemente los criterios para la selección de sistemas de riego presurizado, además se trae al recuerdo en un repaso breve lo más relevante de la relación agua –suelo-planta básica en la programación del riego, y se da un “vistazo” a la hidráulica de tuberías esencial en el diseño de las líneas laterales, principales, sub-principales y de conducción. Adicionalmente se incorporan las normas de calidad y los estándares de irrigación en el diseño y se proyectan los sistemas considerando las especificaciones comerciales de los tubos y accesorios de plástico PVC, fierro y aluminio comúnmente utilizados en la instalación de los mismos.

Los ejercicios se desarrollan para aplicar los pasos que se siguen al diseñar los sistemas de riego y conforme el curso progresa, la metodología se extiende para abarcar las fases

agronómica, geométrica, hidráulica y económica del proyecto; las cuales se van articulando para configurar ideas y crear propuestas de ingeniería.

Cuando el alumno incorpora las nociones, principios, teorías, criterios y fórmulas dentro de su propio espacio cognoscitivo se fortalecen los patrones del pensamiento y si hábilmente los coordina con su destreza motriz entonces se mejora la capacidad del alumno para desarrollar esquemas, trazos, dibujos, detalles de piezas, modificaciones de los sistemas, incorporación de nuevos dispositivos, comparación de alternativas, cobertura de las propuestas e impacto de las decisiones; tal adiestramiento libera la cosmovisión y amplía la perspectiva del sistema en proyecto permitiendo al alumno estructurar paquetes completos de diseño para los diferentes sistemas de riego por aspersión.

Para alcanzar el objetivo principal, los temas son presentados en la secuencia ejecutada al diseñar los sistemas. El diseño es un esquema mental preconcebido que muestra el arreglo de los elementos y detalles para la construcción de un sistema lo mejor seleccionados y combinados para que la estructura completa funcione congruentemente para lograr un propósito. La tarea del diseñador de sistemas de riego es hacer los planos para la obra que se proyecta; aplicar sus habilidades y destrezas a traducir un código numérico y simbólico en una proyección geométrica dimensional.

Y en el proyecto se incluye el conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo está diseñado el sistema, para informar cómo funciona, cómo se maneja y cuánto ha de costar la obra de ingeniería.

En las guías de instalación se proporcionan los diagramas de construcción e instrucciones de campo para colocar en su sitio las tuberías, los aspersores, las válvulas, los hidrantes, los equipos de bombeo y los de fertirriego, los motores y el tablero de control incluyendo la primera puesta en marcha del sistema establecido; a fin de entregar la obra terminada sin fugas y sin fallas en el arranque.

En el manual de operación que se entrega al usuario se indican los pasos para el arranque del sistema y las instrucciones para su manejo, incluyendo las actividades de mantenimiento requeridas para que el sistema funcione eficientemente y distribuya el riego por aspersión uniformemente. La falta de mantenimiento en los sistemas de riego puede desperdiciar agua, nitrógeno y energía, y cuando las boquillas se desgastan el exceso de agua lixivia el nitrato moviéndolo por debajo de la zona radicular.

La meta es crear el sistema de riego más eficiente y las prácticas incluyen el calendario de riego, el flusheo de las líneas de agua, la preparación del equipo de inyección o fertirriego, las pruebas de pluviometría para evaluar la uniformidad y la eficiencia, el aforo del caudal en la descarga de la bomba y en la boquilla de los aspersores, la medición de la presión a lo largo de las líneas y el consumo de energía.

Etapas de un proyecto de Irrigación							
Etapas del Proyecto	Sistemas Estacionarios			Sistemas Autopropulsados			
	Lateral Manual	Side Roll	Fijos	Pivote Central	Cañón Viajero	Avance Frontal	
Planeación y diseño							
Recabación de datos de campo							
Selección del sistema de irrigación							
Diseño preliminar , arreglo tentativo							
Diseño definitivo revisado y autorizado							
Instalación y obras de ingeniería del riego							
Operación y mantenimiento							
Cotización y finanzas							
Evaluación de uniformidad y eficiencia							
Reparaciones y reingeniería							
Ventas, publicidad y mercadotecnia							
Fabricación de partes y equipos							
Demostraciones de tecnología							
Capacitación y adiestramiento							
Administración de empresas							
Experimentación e investigación							

### III. METAS EDUCACIONALES

Las metas educacionales están orientadas a dar atención a cada una de las etapas de un proyecto de irrigación considerando las siguientes:

1. Presentar un enfoque sistemático para el apropiado diseño, instalación, manejo y operación de los sistemas de riego por aspersión.
2. Seleccionar el sistema que mejor se adapte a los atributos del sitio y responda a las preferencias del usuario.
3. Ejemplificar el proceso de diseño completo y aplicar la secuencia utilizada al diseñar los sistemas de riego siguiendo el programa analítico presentado.
4. Desarrollar una “memoria de trabajo” y practicar el modo de registrar la información (reconocer los datos) para luego mediante un proceso de “lectura” darles un significado.
5. Mostrar las guías que incorporan los principios de diseño a la creación de la estructura de un sistema de riego.
6. Adaptar los resultados obtenidos durante el proceso de diseño a la creación de la estructura de un sistema de riego, y proyectar su arreglo dimensional sobre el plano.
7. Comprobar si los resultados de una formulación satisfacen las normas de diseño y evaluar el cumplimiento de los estándares en irrigación.

8. Dimensionar la red de tuberías, realizar el análisis hidráulico del sistema y el balance del agua. Calcular la carga dinámica total requerida para presurizar el sistema de riego entubado, y calcular la potencia para el equipo de bombeo.
9. Dibujar el arreglo completo del sistema sobre un plano a escala y con simbología comprensible elaborar los diagramas de instalación mostrando el acoplamiento isométrico de las piezas en uniones, interconexiones, y transiciones para su mejor apreciación. El plano y los diagramas apoyan el conteo de piezas para cotización y cómputo del presupuesto, y más tarde en la etapa de construcción de la obra sirven para dirigir las actividades de los instaladores y supervisar el avance en los trabajos.
10. Hacer el listado de piezas y registrarlo sobre una hoja de remisión. Estimar el costo de instalación, los gastos y viáticos para el transporte de los equipos y materiales de los almacenes al campo, el pago de salarios y los honorarios de la empresa a fin de anticipar el presupuesto para la adquisición e instalación del sistema de riego.
11. Relatar el modo de operación de las tuberías regantes durante el intervalo de riego, describir el método para decidir cuándo regar y programar las fechas de riego.
12. Evaluar la uniformidad y la eficiencia del riego por aspersión en campo en un sistema estacionario para apreciar el patrón de traslape bajo las condiciones de sitio y separación entre aspersores y entre tuberías laterales.
13. Evaluar el riego por aspersión en campo en un sistema de movimiento continuo para apreciar la uniformidad de las precipitaciones y comparar las variables de operación de ese sistema con aquellas estimadas analíticamente aplicando los procedimientos del diseño.
14. Desarrollar una guía de mantenimiento y servicio para conservar un nivel operativo alto y recomendar lo que se debe hacer para controlar el escurrimiento superficial, reducir el arrastre de lluvia por los vientos, ahorrar agua, ahorrar energía, inyectar los fertilizantes sin contaminar el ambiente y elaborar listas de verificación .
15. Vincular los objetivos del aprendizaje con las metas de la vida profesional y mantener “pertinencia” en los temas académicos.

#### **IV. TEMARIO**

##### **1. PRESENTACIÓN**

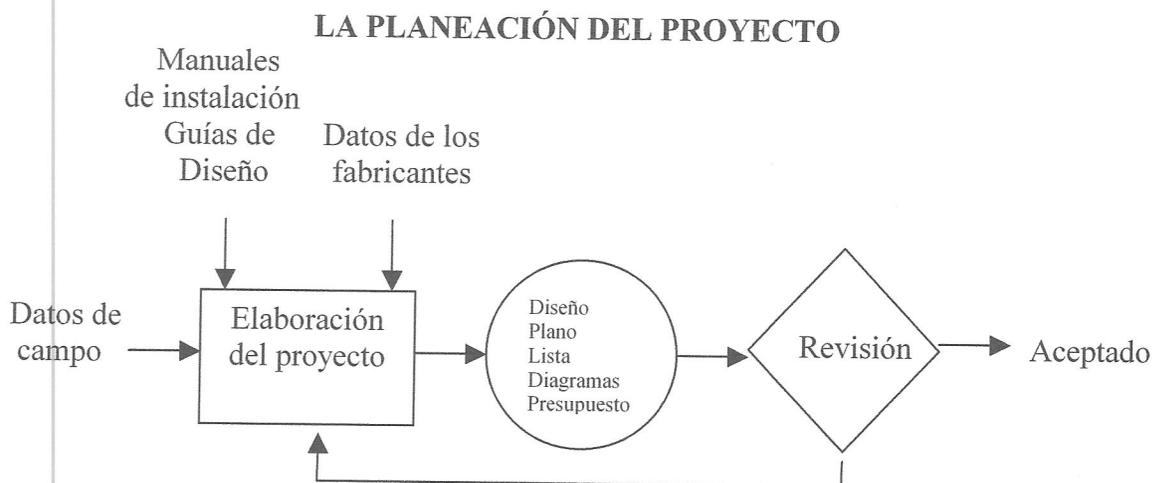
- 1.1. El proceso de diseño en ingeniería. Estrategia de diseño y su práctica.
- 1.2. Facultades y habilidades humanas que capacitan en la labor del diseño (saber pensar) y en los quehaceres de instalación, operación y mantenimiento (saber hacer y el sentir del pensar).
- 1.3. Actitudes y sentimientos que interfieren en el proceso educativo y pueden bloquear el proceso del pensamiento creativo, como vencer las distracciones y como filtrar los pensamientos y sentimientos ajenos al tema de estudio.
- 1.4. Integración de los conocimientos en el ramo, sinergia del aprendizaje (el todo es más que las partes) y orientación de los procedimientos y métodos.

## 2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, DESCRIPCIÓN DE SUS COMPONENTES Y PROPÓSITOS UTILITARIOS DEL SISTEMA

- 2.1. Historia de la tecnología del riego presurizado. Materiales e inventos que promovieron su desarrollo industrial.
- 2.2. Tipos de sistemas de aspersión estacionarios o de movimiento fijo que permanecen en su posición mientras riegan: Lateral de movimiento manual, lateral tipo side roll, cañón estacionario y líneas regantes permanentes.
- 2.3. Tipos de sistemas de aspersión de movimiento mecánico continuo o autopropulsados que riegan mientras avanzan: pivote central, cañón viajero y lateral de avance frontal.
- 2.4. Criterios para seleccionar un sistema de riego por aspersión. Características de los factores de sitio que se analizan en el proceso de decisión. Ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas de riego entubado.
- 2.5. Tamaños, capacidades y especificaciones comerciales de tuberías, accesorios, aspersores, válvulas, bombas, motores, inyectores, reguladores, controladores, hidrómetros o caudalímetros, manómetros, acoplamientos rápidos, filtros, laterales rodantes, cañones viajeros y pivotes centrales de todas clases. Páginas de Internet con la información de los fabricantes y distribuidores de partes y equipos de riego.

## 3. INFORMACIÓN BÁSICA PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO Y FACTORES DE PLANEACIÓN

- 3.1. Datos requeridos, formato para su registro y métodos de recabación (entrevista, consulta, estimación, medición, muestreo directo y análisis de laboratorio).
- 3.2. Icoografía del proyecto actual: recursos, condiciones limitantes y potenciales, y conceptualización de la icoografía modificada para mejorar el uso de agua de riego y alcanzar los propósitos fundamentales del productor.
- 3.3. Características de los aspersores, principio de continuidad, patrones de aspersión, espaciamiento y selección, relación gasto y presión, relación diámetro de mojado y presión, descarga en función de los tamaños de boquilla. Como diseñar y construir un aspersor? ¿O cómo diseñar un dispositivo (máquina) que pueda generar una lluvia artificial?



#### **4. DISEÑO, INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE UN SISTEMA DE ASPERSIÓN ESTACIONARIO.**

- 4.1. Componentes, descripción, función y opciones de combinación. Incorporación de nuevas tecnologías en el arreglo del sistema.
- 4.2. Hidráulica de los componentes. Ejemplos y ejercicios de la aplicación del teorema de Torriceli, la ecuación de continuidad, el teorema de energía, ecuación de gasto de un aspersor, la ecuación de Hazen-Williams para el cálculo analítico de la caída de presión debido al rozamiento del agua en las paredes del ducto, criterio sobre la velocidad límite máxima permisible en las tuberías, balance del caudal en las redes de tuberías, carga dinámica total del sistema, potencia hidráulica en las bombas y capacidad de la subestación eléctrica.
- 4.3. Programación del riego y análisis dimensional agronómico: Intervalo crítico de riego, cantidad de agua que necesitan los cultivos, y normas que deben cumplirse en los sistemas diseñados (el volumen de agua aplicado por los sistemas debe ser igual al volumen de agua requerido en los cultivos). Revisar si el suministro satisface la necesidad; Calcular el tamaño de plantación y desarrollo tecnológico, económico y social que justifiquen las inversiones para la construcción, ampliación o mejoramiento de un sistema.
- 4.4. Prevención y control de las pérdidas de agua durante el manejo del sistema de riego, y alternativas para mantener la uniformidad y la eficiencia del diseño.
- 4.5. Arreglo tentativo de los componentes, importancia del encuadre geométrico del sistema de riego, trazo ajustado al tamaño y forma del campo, selección de las piezas comerciales, importancia del ajuste motor / bomba.
- 4.6. Desarrollo de la memoria de cálculo y adaptación de los resultados a la estructura del sistema para proyectar el arreglo definitivo. Número de laterales aspersores por lateral, trazo de líneas laterales, recorrido de las tuberías, posición de la bomba y de los hidrantes, sentido del flujo, selección del aspersor y ajuste de la presión de diseño, revisión de la cobertura, uniformidad esperada, gasto, longitud, diámetro y presiones de trabajo en tuberías y accesorios.
- 4.7. Diseño de la línea regante o laterales con aspersores (regularmente espaciados). Datos que se deben conocer previamente, y datos que se buscan al diseñar esta tubería. Número máximo de aspersores para laterales, diagrama para representar la distribución de las presiones (el gradiente hidráulico) a lo largo de una lateral con aspersores. Carga estática, carga dinámica y desnivel topográfico sobre la ruta crítica de flujo.
- 4.8. Selección del equipo de bombeo
- 4.9. Esquemas y diagramas de instalación típica para los componentes principales.
- 4.10. Lista de partes y cotizaciones. Importancia de las relaciones con fabricantes, distribuidores y vendedores como proveedores de las partes para construcción del sistema. Actualización de la agenda comercial, catálogos de aspersores y equipos, directorio telefónico y correos electrónicos, listas de precios y política de venta.
- 4.11. Instrucciones de campo para dirigir y supervisar la instalación del sistema, adiestramiento del personal, programación de actividades, contratos de trabajo. Prueba de arranque del sistema, ajustes en el manejo e inicio de la operación.
- 4.12. Mantenimiento del equipo de riego y vida útil de los componentes

## **5. DISEÑO, INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TIPO “PIVOTE CENTRAL”**

- 5.1. Generalidades e historia
- 5.2. Arreglo típico de los componentes en el sistema
- 5.3. Estudio y repaso de la configuración convencional en maquinas prefabricadas, piezas y mecanismos que intervienen en el ensamblaje, diseño del pivote central, función, material de manufactura y principales fabricantes.
- 5.4. Datos para el diseño del sistema. Estrategia de diseño para: arreglo de las estructuras desde la base pivote hasta la última torre incluyendo la extensión colgante, longitud total de tubería, radio de cobertura, distancia a la última torre, capacidad del sistema, tasa de precipitación, tiempo total de giro, pérdida total de carga debido a fricción, presión en el punto pivote, carga dinámica total del sistema, potencia del equipo de bombeo.
- 5.5. Arreglo de las boquillas en la tubería pivote, y ajustes desarrollados inducidos por la política de ahorro de agua y conservación de energía. Dispositivos complementarios para mayor cobertura del riego en el sistema. Rotores, rociadores, boquillas LEPA, platos y deflectores para pivote central; hasta 45 tamaños de boquilla codificados por color y 6 modelos de plato deflector para romper el chorro en diferente tamaño de gota y formas del patrón simple de aspersión. Manejo de las tablas de operación para consultar gasto, presión y diámetro de cobertura de los rociadores, toberas y rotos. Necesidad de reguladores de presión en los bajantes.
- 5.6. Selección del paquete de boquillas para pivote central. Algoritmo lógico matemático para resolver la rutina hidráulica del emboquillado de la tubería pivote aplicando el método del elemento finito. Simulación de la pluviometría esperada en el paquete de rociadores y uniformidad de distribución en ausencia de viento.
- 5.7. Ajuste de la operación del equipo a las propiedades de infiltración y retención del agua en el suelo. Velocidad mínima de giro ajustada al tipo de suelo y pendiente topográfica, alternativas para control del encharcado de agua en las rodadas y control del escurrimiento. Daños en los trenes de transmisión por el atascado de las torres.
- 5.8. Prueba de pluviometría en campo utilizando una hilera radial de recipientes para colectado de la lluvia durante el paso de la línea regante y hacer la evaluación de la uniformidad de las precipitaciones distribuidas por el paquete de boquillas. Uso de un juego de brocas para revisión del desgaste de boquillas. Determinación de la eficiencia de riego, mejoramiento del manejo del agua, monitoreo del funcionamiento de la planta de bombeo, detección de los problemas del pozo.
- 5.9. Instalación del equipo de irrigación y pasos de construcción para asegurar una operación segura. Diagrama del alambrado eléctrico para transmitir las funciones de mando desde el microprocesador del tablero de control a los motores de cada torre y dispositivos de alineación, relevadores y diodos luminosos de seguridad.

5.10. Programa de mantenimiento en pivote central. Mantenimiento antes de la temporada de riego. Precauciones durante la temporada de riego. Mantenimiento de fin de temporada. El reporte de servicio y la lista de verificación.

5.11. Principales problemas operacionales y algunas soluciones. Lo que se debe revisar antes de apretar el botón de arranque. Procedimiento normal de puesta en marcha.

5.12. Fertirrigación en pivote central. Tipos de inyectores. Concentración nutrimental, solubilidad, pureza y compatibilidad de los fertilizantes. Cantidad de fertilizante en la mezcla, la prueba de jarras, preparación de la solución madre, volumen del tanque de mezcla, tasa de inyección, calibración del inyector (prueba de blanqueo), instrumentos de campo y laboratorios portátiles para analizar pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y concentración de nutrimentos aplicados en el agua de irrigación sobre los cultivos.

5.13. Ingeniería económica. Costos de capital, costos de operación y mantenimiento. La recuperación de capital, el período de pago, las fuentes de financiamiento, diligencias y trámites legales para la gestión de recursos.

## **6. DISEÑO Y OPERACIÓN DE LATERALES DE AVANCE FRONTAL**

1.1 Generalidades e historia

1.2 Componentes estructurales y afinidades de construcción con la máquina del círculo verde.

1.3 Arreglo de los componentes de un sistema y método de alimentación (canal, manguera o máquina robotizada). Estudiar las características estructurales y funcionales de las máquinas prefabricadas que ofrecen los fabricantes, caudal que aplican, presión que necesitan, superficie que riegan, cuánto cuestan, dónde se consiguen, cómo se solicitan (sin promesa de compra todavía).

1.4 Operación del sistema. Programar las actividades de mantenimiento en un diagrama de Gantt, revisión de los puntos de mantenimiento en las listas de verificación. Instrucciones para el arranque de las máquinas. Prueba de funcionamiento y calibración de equipos, medidores, instrumentos y registradores que lo requieran.

1.5 Estrategias del diseño. Determinar las necesidades de agua para los cultivos, elaborar el calendario de riegos, por ejemplo 1"/ semana; determinar el caudal requerido en el proyecto, integrar una máquina o varias al proyecto y hacer los ajustes pertinentes para regar la superficie programada. Proyectar la red completa de tuberías para abastecer las tomas de alimentación de agua donde se van a conectar las máquinas de riego. Capacitar la estación de bombeo y la subestación eléctrica, cotizar las partes de las máquinas, las tuberías, válvulas y equipos para elaborar el presupuesto. Prioridad de la inversión de acuerdo a la ley de Pareto.

1.6 Ejercicio del diseño.

1.7. Guías generales de instalación para los sistemas de abastecimiento entubado, cabezales de descarga, cárcamos de bombeo, subestaciones eléctricas, máquinas de riego, tableros de control, estructuras de aforo y protección, equipos de fertirriego y sensores de humedad. Programar y ofertar los servicios postventa ( un año de garantía en piezas nuevas), capacitación del operador, reposición de piezas defectuosas y reparación de fallas debidas a una mala instalación.

1.8. Metodología para evaluación de la uniformidad de precipitación en campo. Materiales, instrumentos y equipos; datos que se toman y métodos de medición, formato de registro, análisis de la información e interpretación de los resultados.

## **7. DISEÑO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CAÑÓN VIAJERO**

7.1 Desarrollo tecnológico de la máquina e impacto

7.2 Características de máquinas viajeras prefabricadas

7.3 Condición de sitio que favorece su selección

7.4 Secuencio de diseño y esquema de operación

7.5 Separación entre líneas de viaje y relaciones con la aplicación de agua y velocidad de avance.

7.6 Otras versiones mecánicas del arreglo de piezas en una máquina viajera de riego.

## **8. GUÍA PARA DISEÑAR SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA JARDINES Y ÁREAS RECREATIVAS**

8.1 Equipo para irrigación y materiales

8.2 Suministro de agua, obra de toma, necesidades de filtración y protección de la calidad . Posición de válvulas check para detener el retorno del agua.

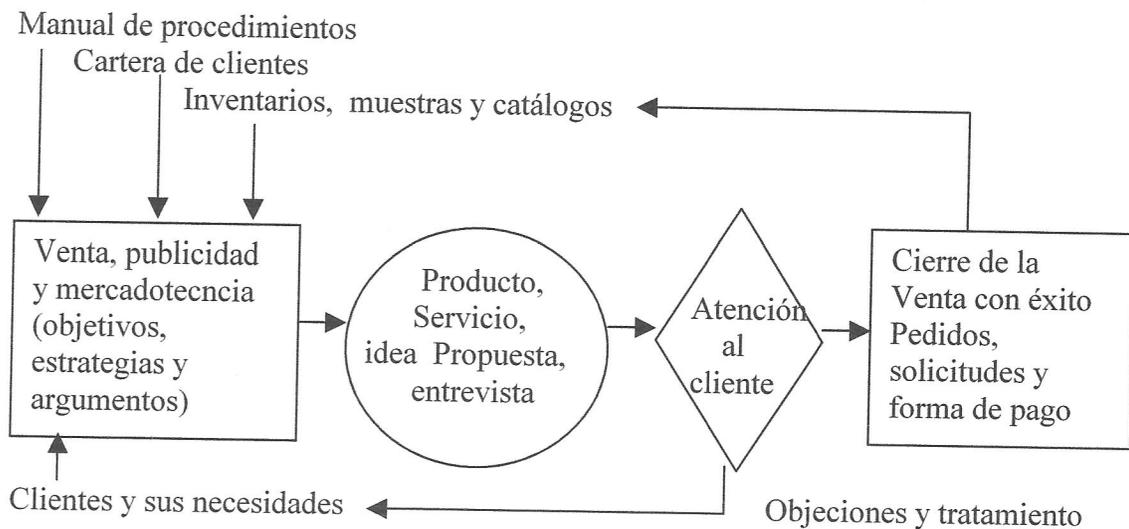
8.3 Medición de las áreas verdes, levantamiento del plano delimitando las áreas verdes y localización de residencias, andadores y líneas de agua, gas, drenaje y electricidad, identificación de las especies plantadas y por plantar.

8.4 Arreglo de los componentes del sistema, selección de los aspersores, espaciamentos, trazo de circuitos, ubicación de válvulas, interconexión con la fuente de suministro.

8.5 Selección de tubería y cálculos de la presión de operación

8.6 Alumbrado eléctrico de válvulas solenoides y conexión de las unidades de control (temporizadores, microprocesadores o programadores) para el control automático de la operación e interrupción del encendido.

## VENTAS



## 9. VENTAS Y TÉCNICAS DE MERCADEO

9.1 El proceso de la venta, importancia de la comunicación comercial y mensaje para gerentes de ventas.

9.2 Habilidades sociales y protocolo comercial. La comunicación verbal y la comunicación no verbal. Técnicas de venta, la fórmula AIDDA, vender satisfaciendo necesidades (método del yo gano-tú ganas).

9.3 Etapas de la venta o comercialización. Preparación de la entrevista, toma de contacto con el cliente, determinación de necesidades del cliente, argumentación, tratamiento de las objeciones (¿porqué se producen las objeciones?), cierre de la venta y técnicas de cierre, reflexión o autoanálisis.

9.4 Técnicas y procesos de negociación. La preparación, la discusión, las señales o mensajes, las propuestas, el intercambio, el cierre y el acuerdo. Estratagemas de los compradores y como analizarlas para alcanzar acuerdos (el método "Spin"). ¿Porqué compran los clientes? y la fórmula nemotécnica SABONE para clasificar los motivos de la compra. ¿Cómo presentar los beneficios o ventajas del producto?.

9.5 Atención a clientes. Rentabilidad del servicio, importancia de la calidad y el tiempo de respuesta a pedidos, solicitudes y reclamaciones. Metodología de trabajo, áreas de actividad, los call centers, la comunicación integral.

## V. METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA

La educación es una necesidad vital que permite al satisfacerse, la supervivencia del ser biológico, la sabiduría conduce a la libertad del espíritu fortalece la autoestima y fomenta un mejor nivel de vida.

Exponer los criterios generales que deben ser considerados en los diseños y aplicar las ecuaciones básicas para encontrar el código numérico que se traduce luego en una proyección geométrica dimensional. Presentar un ejemplo comprensivo del procedimiento de diseño y arreglo de componentes.

El diseño como plan maestro, es la guía que apoya las decisiones sobre la asignación crítica de un presupuesto, contratación prioritaria de personal, adquisición justificada de piezas, factibilidad de la obra, comparación de alternativas además de otras aplicaciones e implicaciones que se asocian a un proyecto de irrigación ya sea durante su inicio, continuación, ampliación, modificación, reparación y operación.

Las guías de irrigación proporcionan información técnica y procedimientos que pueden utilizarse para la planeación exitosa, diseño y manejo de los sistemas de riego. La competencia comercial, la limitación de recursos, la reglamentación ambiental, la poca disponibilidad de piezas y materiales, el consumismo inducido por la publicidad, y el acelerado avance tecnológico imponen al diseñador y al usuario retos que exigen un uso juicioso de los medios para alcanzar los fines.

El aprendizaje debe de ser un cambio de conducta relativamente permanente por lo cual este curso de capacitación persigue la integración de las facultades del alumno (talento, imaginación, creatividad, inteligencia.....) para el desarrollo intelectual de ideas que incorporen las características comerciales en las propuestas de irrigación.

El material didáctico se expone en clase asumiendo que los alumnos tienen interés en aprenderlos y derivan satisfacción cuando el maestro estimula, promueve o aprueba los avances logrados. Las ayudas visuales usadas en aulas son pizarrón, rotafolio y transparencias, videos y muestrario de piezas, exposición de sistemas instalados y sus partes. La comunicación de los contenidos es de forma: Oral, escrita, simbólica y sistemática con presentación física de planos y diagramas a escala; y se proporciona retroalimentación sobre los ejercicios, problemas y prácticas en adopción con las lecciones aprendidas.

El proceso de diseño requiere desplegar una serie de pensamientos y operaciones encausadas hacia un resultado particular. Es un proceso de conocer una cosa a partir de otra e implica el dimensionar componentes, derivar datos, acomodar piezas, generar ideas, simular casos.....partiendo de la información de campo, y de situaciones, partes o ideas conocidas al aplicar criterios de decisión, normas y juicios, o encontradas mediante fórmulas generales, ecuaciones probadas y principios trascendentes de ingeniería (en el proceso se van creando imágenes-ideas-instrucciones-trazos-resultados).

La operación es un proceso de búsqueda compensatoria, en donde las destrezas (habilidades psicomotrices) del operario se coordinan y aplican en un orden establecido para ejecutar correctamente las instrucciones de manejo. En caso de falla o mal funcionamiento, la responsabilidad obliga a buscar la causa del problema y una posible solución para re-encender el equipo satisfactoriamente y mantenerlo trabajando en un

alto nivel operativo. En éstas tareas, se comparan las variables de salida con las variables criterio y se hacen los ajustes requeridos (manual o automáticamente) de acuerdo a reglas de decisión para cumplir con los estándares de la irrigación.

## VI. EVALUACIÓN

Para evaluar el aprovechamiento en la materia se aplicarán tres exámenes escritos formulados con preguntas relacionadas entre sí en donde el resultado de las primeras constituyen datos de entrada requeridos para resolver la serie de reactivos que le sigue. Las preguntas se plantean para que el estudiante recuerde los contenidos y le dan la oportunidad para que pruebe la efectividad de sus habilidades y destrezas, las prácticas programadas se realizan en campo para tomar datos, manejar instrumentos y equipos siguiendo la metodología para la evaluación de la uniformidad del riego; los exámenes, las tareas y las prácticas dan oportunidad a que el estudiante demuestre lo aprendido y sirven para fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje.

El pase de lista es obligatorio y su reporte es un indicador de la asistencia a clases, la calificación mínima de pase es siete y se puede perder el derecho a presentar el examen final por exceso de faltas injustificadas. La calificación promedio obtenida en los "documentos de reacción" será aumentada por la calificación lograda en los informes de prácticas y reportes de tareas, y ambas ponderadas por el porcentaje de asistencia observado durante el período de capacitación y adiestramiento.

## VII. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Angeles Montiel Vicente 2002. Redes abiertas de tuberías para riego (trazo, diseño, Revisión y análisis). Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco Km 38.5
- College of Agricultural and Life Sciences 2004. Uniformity of water distribution test Procedure for center pivot and lateral move irrigation systems. Biological Systems Engineering. University of Wisconsin. 460 Henry Hall. Madison, WI 53706.
- Choate Richard B. 1994. Turf irrigation manual. The complete guide to turf and landscape irrigation systems. A Weathermatic publication 5th. Edition. Weathermatic División of TELSCO Industries. P. O. Box 180205. Dallas, TX
- García Casilla Ignacio y Briones Sánchez Gregorio 1997 Diseño y evaluación de sistemas de riego por aspersión goteo. Editorial Trillas, S.A. de C.V.; Av. Río Churubusco #385, Col. Pedro Maria Anaya, C. P. 03340, México, D. F.
- Gómez Pompa 1988. Riegos a Presión Aspersión y Goteo. Biblioteca Agrícola AEDOS. 3ra. Edición. Editorial AEDOS. Consejo de Ciento 391. 08009 Barcelona España.
- Head of School (SVET) 2003. Operate irrigation system.Doc. Group Result Management. The University of Melbourne. Institute of Land and Food Resources. Student System Management. Melbourne, Australia.

Keller Jack and Ron D. Bliesner 1990. Sprinkle and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold 115 Fifth Avenue New York, N.Y: 10003, Parts I and II. Internet: <http://www.blackburnpress.com/egbook.html> (reprinted here 2005)

Tarjuelo Martín-Benito J.M. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Mundi-Prensa México, S.A. de C.V., Río Pánuco 141; Col. Cuauhtémoc 06500 México, D. F.

Pair C.H. et al 1975. Sprinkler irrigation. The Irrigation Association 8260 Willow Oaks Corporate Drive, Suite 120 Fairfax, Virginia 22031-4513 USA.

Ley W. Thomas, 2003. Set-move and permanent sprinkler irrigation systems. Drought Advisory EM 4832. WSU Irrigated Agriculture Research and Extension Center, Prosser. Washington State University. <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/em4832/em4832.pdf>.

U.S. Department of Agriculture 1997. Irrigation Guide. Natural Resources Conservation Service. <http://www.wcc.nrcs.usda.gov/nrcsirrigation/>.

Van Der Gulik Ted, 2001. Guide to irrigation system design with reclaimed water. B.C. Factsheet. Resource Management Branch. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 1767 Angus Campbell Road. Abbotsford, BC V3G 2M3. <http://www.irrigationbc.com/images/clientpdfs/59500-1.pdf>.

### VIII. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Evans R.O., J.C. Barker, J.T. Smith and R.E. Sheffield 1997. Center pivot and linear move irrigation system. Field calibration procedures for animal wastewater application equipment. North Carolina Cooperative Extension. Extension Service. North Carolina State University.

Mc Indoe Ian 1998. Testing of irrigation. Best management guidelines MAF. Information Bureau P.O. Box 2526 Wellington.

Muñiz González Rafael 2004. El manual del vendedor o asesor comercial. Marketing en el siglo xxi. Centro de Estudios Financieros. 914 444 920. <http://www.marketing-xxi.com/técnicas-de-venta-100.htm>

National Academy of Engineering 2004. Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century. The National Academies Press. 500 Fifth Street. N.W. Washington, D.C. 20001. <http://www.nap.edu>

Rolland Lionel 1986. Mecanización del riego por aspersión. Estudio FAO Riego y Drenaje #35, ONU para la Agricultura y la Administración. Sección de distribución y ventas, FAO, Vía detalle Di Caracalla 00100; Roma, Italia.

Smith Stephen W. 1997. Landscape irrigation, design and management. Aqua Engineering. Inc., John Wiley & Sons, In. Chemical and Bloresource Engineering Department. Colorado, State University. Fort Collins, Colorado.

Walker Mark 2005. The risk of water contamination from irrigation and chemigation. Protecting Nevada's water. Special publication SP-98-03F(1). Cooperative Extension, University of Nevada, 5305 Mill Street, Reno, Nevada 89520-0027.

Zoldoske D.F., T. Jacobsen and E. M. Norum, 2003. Grower training manual for backflow prevention in chemigation pesticides. The Center for Irrigation Technology. Department of Pesticide Regulation. California EPA. <http://acwm.co.la.ca.us/PDF/DPRGrowerManual.html>

**IX. PROGRAMA ELABORADO POR: MC GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ**

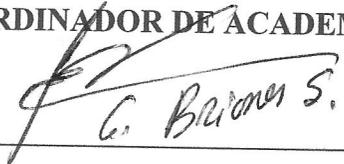
**X. PROGRAMA ACTUALIZADO POR: MC GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ**

**XI. PROGRAMA REVISADO POR: ACADEMIA DE INGENIERÍA DE RIEGO**

El presente documento se turnó a la Academia de Ingeniería del Riego para su revisión y se hicieron las correcciones y adecuaciones sugeridas en contenido y en formato; después de lo cual los Profesores e Investigadores declararon aprobado el programa lo que justifica su aptitud en el proceso educativo de la asignatura RYD-455: "Sistemas de Riego por Aspersión" donde se estudian y aplican los métodos para diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de riego por aspersión tanto estacionarios como autopropulsados.

**COORDINADOR DE ACADEMIA: MC G. BRIONES S.**

**FIRMA DEL COORDINADOR DE ACADEMIA**



Handwritten signature of G. Briones S. over a horizontal line.

Cronograma: Programación y duración de los temas

Temas del Programa Analítico RYD-455	¿Cuáles semanas?	¿Cuántas horas?
1. Presentación	1 <sup>a</sup> .	2
2. Clasificación de los sistemas de riego por asp.	1 <sup>a</sup> ., 2 <sup>a</sup> .	8
3. Información básica para diseño	3 <sup>a</sup> ., 4 <sup>a</sup> .	10
4. Sistemas de aspersión estacionarios	5 <sup>a</sup> ., 6 <sup>a</sup> ., 7 <sup>a</sup> .	15
5. Pivote central	8 <sup>a</sup> ., 9 <sup>a</sup> ., 10 <sup>a</sup> .	15
6. Avance frontal	11 <sup>a</sup> ., 12 <sup>a</sup> .	10
7. Cañón viajero	13 <sup>a</sup> .	5
8. Riego por aspersión para jardines y	14 <sup>a</sup> ., 15 <sup>a</sup> .	10
9. Ventas y mercadeo	16 <sup>a</sup> .	5