



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**Doctorado en Recursos Hídricos**  
**Facultad de Ingeniería Agrícola**  
**Departamento de Recursos Hídricos**



**CURSO (ASIGNATURA)** SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

**CODIGO** IA8020

**CREDITOS** 3-0-3

**PRE-REQUISITOS** APROBACION DEL COMITÉ ACADEMICO

**DOCENTE.** ING. DR. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

**SEMESTRE.**

### **JUSTIFICACIÓN.**

El curso está dirigido a profesionales que desarrollan sus actividades fomentando, evaluando y asesorando a productores agrícolas en el ámbito del riego tecnificado, y busca convertirse en una herramienta eficaz para la formación en aspectos críticos en la operación de sistemas de riego tecnificado. En este curso se enseña la operación de riego de la forma como se espera que los profesionales transmitan sus conocimientos a los agricultores, es decir no sólo aprenden contenidos sino que tienen a su alcance una metodología de trabajo que considera material concreto como guías y lecturas para su posterior difusión en sus centros de trabajo.

En el curso se incorpora la tecnología en dos sentidos amplios: primero se desarrolla la parte teórica y complementado con viajes a instituciones ligados a los sistemas tecnificados. Asimismo el uso de software de riegos diseñados especialmente para el curso.

### **OBJETIVOS**

- Obtengan conocimientos acerca de los contenidos en tecnologías de riego y el acceso a herramientas metodológicas y didácticas que les faciliten lograr aprendizajes pertinentes y de calidad.
- Adquieran conocimientos y competencias para el uso de recursos tecnológicos (software educativo, sitios web, etc.) en el contexto de su trabajo y de la transferencia de tecnología.
- Analicen y reconozcan características y funcionalidad de los distintos sistemas de riego tecnificado sus partes y elementos con aplicaciones de criterios básicos de diseño para seleccionar sistemas y accesorios de riego tecnificado.
- Desarrollen habilidades básicas para detectar y diagnosticar deficiencias de operación y diseño, generando soluciones para una eficiente operación en los equipos de riego tecnificado y sus elementos.

## CONTENIDO ANALÍTICO

### **1: Visión general de los sistemas de riego a presión.**

Introducción al curso. Riego Tecnificado en el Perú y en el Mundo. Descripción general del riego a: Aspersión, microaspersión, goteo, californiano, intermitente y exudación.

### **2: Datos básicos de diseño, tipos y componentes del sistema.**

Ventajas y desventajas de los sistemas de riego tecnificado; datos básicos: Planos plani-altimétricos, disponibilidad de agua, fuente de agua, calidad de agua datos climáticos, Uso de CROWAT 8 para el cálculo de la Evapotranspiración de referencia, cálculo de las necesidades netas y totales de agua para los cultivos, cálculo de la lámina neta y bruta en función de las características físicas de los suelos, cultivos, kc ponderado, profundidad efectiva de la raíz. Manejo del riego tecnificado.

### **3: Hidráulica agrícola:**

Ecuación de continuidad, presión y pérdidas de carga en tuberías (Darcy-Weisbach y Hazen-Williams), tuberías para riego Norma ISO-1452 (2011), costos fijos y de operación para la selección económica de tuberías. Utilización de la programación lineal para la selección de tuberías.

### **4: Planeamiento y criterios de diseño para el riego por aspersión**

Características generales de riego por aspersión, ventajas, desventajas, caudal de los aspersores. Diseño agrónomicos: Eficiencia y uniformidad de riego, marco de riego. Diseño Hidráulico: Disposición de la red de tuberías, capacidad del sistema, operación del sistema y programación de riego, criterios de diseño para las líneas laterales, cálculo de la Altura Dinámica Total (ADT).

### **5: Planeamiento y criterios de diseño para el riego localizado**

Diseño agrónomico: Cálculo de la evapotranspiración del cultivo, necesidades netas y necesidades totales. Diseño Hidráulico: disposición de la red de tuberías, precipitación horaria para cálculo de capacidad del sistema, sectorización operación del sistema y programación de riego. Criterios de diseño para las sub-unidades. Materiales y equipos, instalación puesta en marcha, operación y mantenimiento, costos y presupuestos.

### **6: Diseño del cabezal de riego**

- Cabezal principal y sectorial.
- Filtros principales: Hidrociclón, filtros de grava, filtros secundarios: anillos y mallas.
- Consideraciones para la selección de los filtros.
- Fertilización utilizando: tanques, venturi y bombas hidráulicas. Consideraciones para la fertilización
- Válvulas volumétricas, aire, de seguridad, etc.
- Válvulas mecánicas, hidráulicas y eléctricas. Principios de operación

### **7: capacidad del sistema, energía y selección de tuberías en una red abierta de riego**

Capacidad del sistema. Uso de energía potencial, eléctrica o combustión interna. Principios básicos de bombas. Diseño de la red y selección de diámetros de tuberías en una red abierta utilizando desniveles topográfica y/o estaciones de bombeo; Válvulas de aire; Válvulas reguladores de presión.

## 8: Evaluación de los sistemas de riego a presión

Inventario del estado actual de materiales y equipos del sistema de riego.

Evaluación del costo \$/m<sup>3</sup> de agua y \$/hp-año.

Evaluación de presiones a nivel del cabezal, laterales, sub-unidades de riego y emisores de riego.

Coefficiente de uniformidad en los sistemas de riego a aspersión, microaspersión y goteo.

Evaluación de los perfiles de humedad.

## Semana 15 EXAMEN FINAL

### PRACTICAS

- 1 Revisión de relación de agua-suelo –planta, hidráulica y conceptos económicos. Identificación de los materiales y equipos de los sistemas de riego a presión.
- 2 Determinación del bulbo de humedecimiento, ecuación de los emisores, coeficiente de uniformidad en riego por goteo.
- 3 Diseño y sistema de riego por goteo, coeficiente de uniformidad. (Taller)
- 4 Diseño de riego por aspersión, coeficiente de uniformidad (Taller)
- 5 Visita a laboratorio de Ingeniería Agrícola,
- 6 Visita a fundo en Cañente - Lima

### SISTEMA DE EVALUACION

- Promedio de Prácticas	40%
- Examen Parcial	30%
- Examen final	30%

### REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1) BENAMI, And OFEN 1993, Irrigation Engineering, Sprinkler, Trickle and surface irrigation, Israel, 100 p.
- 2) DASBERG, S. And BRESLER, E. 1985. Drip Irrigation Manual Published by the International Irrigation Information Center (IIIC). Produced by The Israel Economist, Kolkon Son Ltd. Jerusalem, Israel, 95 p.
- 3) FAO. 1974. Riego por Goteo. Roma, Italia.
- 4) FAO. 2006. Necesidades Hídricas de los Cultivos. Roma, Italia.
- 5) GARY P. MERKLEY, Irrigation engineering fundamentales, lecture notes 2004,
- 6) BIE 5010/6010, UTAH STATE UNIVERSITY, LOGAN, UTAH, 2004.
- 7) GARY P. MERKLEY, RICHARD G. ALLEN, sprinkler and trickle irrigation, lecture notes, fall semester 2004, BIE 5110/6110, Biological and Irrigation Engineering Department, UTAH STATE UNIVERSITY, LOGAN, UTAH, 2004.
- 8) FERNANDO PIZARRO, 1995. Riegos localizados de alta frecuencia, Editorial AEDOS, Barcelona, España, 274 p.
- 9) GALIANO SUBIA, D.M.; CHAFUELAN CHAFUEL, E.M. EFICIENCIA PRODUCTIVA DE CUATRO VARIEDADES DE SANDIA (*Citrullus lanatus* Thunb.) BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO Y EXUDACIÓN EN LA ZONA DE CUAMBO, Tesis de Maestría, Ecuador, 2008.
- 1) I SIMPOSIO DE RIEGO TECNIFICADO EN LA SIERRA PERUANA, UNALM, JICA - Agencia de

Cooperación Internacional del Japón, Noviembre del 2012.

- 2) JENSEN, M.E. Editor 1983. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. Published by the American Society of Agricultural Engineering (ASAE).
- 3) KARMELI, D. and JACK KELLER. 1984 . Trickle Irrigation Design, Rain Bird Sprinkling Manufacturing Corporation, California, U.S.A., 132 p.
- 4) KELLER, J. 1979. Trickle Irrigation. National Engineering Handbook – Section 15, Chapter 7. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 300 p.
- 5) KELLER, J. 1983. Manual de Diseño de Sistemas de Riego por Aspersión y Goteo. Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah, U.S.A, 200 p.
- 6) MEDINA SAN JUAN, J.A. 1989. Riego por Goteo – Teoría y Práctica. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España, 205 p.
- 7) MERRIAM, JOHN L. AND JACK KELLER. 1978. Farm Irrigation System Evaluations A guide for Management. Erd. Edition. Utah State University, Logan, Utah, U.S.A., 271 p.
- 8) NAKAYAMA, F.S. and D.A. BUCKS, 1996. Trickle Irrigation for Crop Production. Elsevier, U.S.A., 383 p.
- 9) VASQUEZ, V. A.; VASQUEZ, I., Principios básicos del riego, UNALM, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2013. 263p.