



# **Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**

## **Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Ingeniería del Riego y del Drenaje  
(2018 - 2019)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Ingeniería del Riego y del Drenaje</b>	<b>Código: 109303104</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería</b></li><li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2010-11-11)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Ingeniería Agroforestal</b></li><li>- Curso: <b>3</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>9,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado la asignatura de Hidráulica y Riegos

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: AXEL RITTER RODRIGUEZ</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Grupo: <b>1,TU, PA101, PX101, PX102</b></li><li>- Departamento: <b>Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería Agroforestal</b></li></ul>	
Tutorías Primer cuatrimestre:	
<b>Horario:</b>  Lunes de 11:00 a 14:00, martes 11:30 a 12:30 (12:30 a 14:30 virtual). Solicitar y confirmar asistencia a tutoría por correo-e. Puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas.	<b>Lugar:</b>  Despacho D-1.9 en la primera planta de la Sección de Ing. Agraria de la E.P.S.I. (Presencial). Correo electrónico: <a href="mailto:aritter@ull.es">aritter@ull.es</a> (Virtual)
Tutorías Segundo cuatrimestre:	

**Horario:**

Lunes de 11:00 a 14:00, martes 11:30 a 12:30 (12:30 a 14:30 virtual). Solicitar y confirmar asistencia a tutoría por correo-e. Puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas.

- Teléfono (despacho/tutoría): **922318548**
- Correo electrónico: **aritter@ull.es**
- Web docente: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Lugar:**

Despacho D-1.9 en la primera planta de la Sección de Ing. Agraria de la E.P.S.I. (Presencial). Correo electrónico: **aritter@ull.es** (Virtual)

**Profesor/a: DOMINGO FELIX SAENZ PISACA**

- Grupo: **1,TU, PA101, PX101, PX102**
- Departamento: **Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Agroforestal**

Tutorías Primer cuatrimestre:

**Horario:**

Lunes, martes y miércoles de 17:00 a 18:30, jueves de 18:00 a 19:30. Solicitar y confirmar asistencia a tutoría por correo-e. Puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas.

**Lugar:**

Despacho D-2.1 en la segunda planta de la Sección de Ing. Agraria de la E.P.S.I. (Presencial). Correo electrónico: **dsaenzpi@ull.es** (Virtual)

Tutorías Segundo cuatrimestre:

**Horario:**

Miércoles y jueves de 8:00 a 11:00. Solicitar y confirmar asistencia a tutoría por correo-e. Puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas.

**Lugar:**

Despacho D-2.1 en la segunda planta de la Sección de Ing. Agraria de la E.P.S.I. (Presencial). Correo electrónico: **dsaenzpi@ull.es** (Virtual)

- Teléfono (despacho/tutoría): **922318552**
- Correo electrónico: **dsaenzpi@ull.es**
- Web docente: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Mecanización y Construcc. Rurales**  
Perfil profesional: **Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

#### 5. Competencias

CIN/323/2009

**T6** - Capacidad para la dirección y gestión de toda clase de industrias agroalimentarias, explotaciones agrícolas y ganaderas, espacios verdes urbanos y/o rurales, y áreas deportivas públicas o privadas, con conocimiento de las nuevas tecnologías, los procesos de calidad, trazabilidad y certificación y las técnicas de marketing y comercialización de productos alimentarios y plantas cultivadas.

**T7** - Conocimiento en materias básicas, científicas y tecnológicas que permitan un aprendizaje continuo, así como una capacidad de adaptación a nuevas situaciones o entornos cambiantes.

**T8** - Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y razonamiento crítico.

**T9** - Capacidad de liderazgo, comunicación y transmisión de conocimientos, habilidades y destrezas en los ámbitos sociales de actuación.

**T10** - Capacidad para la búsqueda y utilización de la normativa y reglamentación relativa a su ámbito de actuación.

**T11** - Capacidad para desarrollar sus actividades, asumiendo un compromiso social, ético y ambiental en sintonía con la realidad del entorno humano y natural.

**T12** - Capacidad para el trabajo en equipos multidisciplinares y multiculturales.

**67** - Tecnología del riego y del drenaje.

**68** - Obras e instalaciones hidráulicas.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesor: AXEL RITTER RODRÍGUEZ

Módulo I: HIDROLOGÍA - Estudio y cuantificación de los componentes del balance hidrológico

Tema 1.- Propiedades y ciclo del agua

Propiedades del agua. El ciclo hidrológico. Flujos hidrológicos. Concepto de sistema (flujos de entrada frente a flujos de salida). Balance hidrológico.

Tema 2.- Hidrología atmosférica I

Modelo general de circulación atmosférica. Balance de radiación en la atmósfera y sobre la superficie. Evaporación y transpiración. Modelos y mediciones para estimar la evaporación y la evapotranspiración. Intensidad de la lluvia y su distribución temporal: hietograma y curva de lluvia acumulada. Cálculo del promedio de lluvia sobre un área.

Tema 3.- Hidrología atmosférica II

Necesidad y aplicabilidad de las tormentas de diseño. Intensidad, duración y frecuencia de lluvias. Conceptos estadísticos aplicados a la hidrometeorología. Periodo de retorno y obtención de valores de lluvia de diseño. Generación de hietogramas sintéticos.

Tema 4.- Hidrología de suelos

El suelo como sistema de tres fases. Componentes del potencial de agua en el suelo. El agua del suelo en condiciones hidrostáticas. Expresiones analíticas de la curva característica del suelo. Instrumentos para estimar el estado hídrico del suelo: tensiómetros, medición de resistencia eléctrica del suelo, sensores dieléctricos. Movimiento de agua en el suelo en régimen estacionario (flujo saturado y subsaturado). Conductividad hidráulica (interpretación de la función de conductividad hidráulica y los modelos que la describen). Permeámetros para medir la conductividad hidráulica saturada. Infiltración (factores que la condicionan y modelo de Green-Ampt para su cálculo).

## Módulo II: TECNOLOGÍA DEL DRENAJE

### Tema 5. Fundamentos del drenaje agrícola

Necesidad del drenaje y objetivos que se persiguen. Sistemas de drenaje y sus componentes.

### Tema 6. Drenaje superficial

Diseño de la red de drenaje. Cálculo de caudal a evacuar (permitiendo condiciones de inundación o no). Cálculo de sección hidráulica de zanjas y diámetros de tuberías.

### Tema 7. Prácticas asociadas al drenaje

Drenaje topo (fundamentos; aptitud de los suelos; cálculo de la longitud de la galería). Subsulado.

### Tema 8. Drenaje subsuperficial

Propiedades hidráulicas del suelo que afectan al drenaje. Parámetros que definen el sistema de drenaje subsuperficial o interno. Flujo hacia los drenes (real y simplificaciones). Diseño de la red de drenaje. Cálculo de espaciamientos para condiciones de régimen permanente (Hooghoudt, Ernst); cálculo de espaciamientos para condiciones de régimen variable (Glover-Dumm, Boussinesq).

Profesor: DOMINGO SÁENZ PISACA

## Módulo III: TECNOLOGÍA DEL RIEGO

### Tema 9.- Hidráulica de conducciones de agua para el riego

Línea piezométrica de una conducción. Dimensionamiento y capacidad de transporte de una conducción. Tuberías en serie. Tuberías en paralelo. Problema de los tres depósitos.

### Tema 10.- Transitorios hidráulicos

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. Golpe de ariete causado por el cierre de una válvula. Golpe de ariete causado por la parada de una bomba. Dispositivos antiariete.

### Tema 11- Obras e instalaciones hidráulicas

Tuberías: Materiales, características hidráulicas y mecánicas, piezas especiales. Anclajes. Dispositivos de seguridad y control: Válvulas, medidores de caudal, medidores de presión, ventosas, reguladores de presión, limitadores de caudal.

### Tema 12.- Redes colectivas de riego a presión

Tipos de redes de distribución. Caudales unitarios. Hidrantes. Criterios para el trazado de la red. Determinación del caudal ficticio continuo. Riego por turno y la demanda: Determinación de caudales en los hidrantes. Cálculo de los caudales de la red. Criterios de selección del material de las tuberías. Dimensionamiento de la red. Gestión, operación y mantenimiento de la red.

### Tema 13.- Impulsiones

Clasificación de las bombas hidráulicas. 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.

Punto de funcionamiento. Acoplamiento de bombas en serie. Acoplamiento de bombas en paralelo. Cavitación. Semejanza

de bombas. Modificación del funcionamiento de una bomba mediante colocación de válvula en la impulsión, recorte de rodete, variación de la velocidad angular. Impulsiones para suministro de redes de demanda variable.

#### Relación de prácticas

Práctica 1. Retención y drenaje de agua en un medio poroso.

Práctica 2. Instrumentación para cuantificar el estado hídrico del suelo.

Práctica 3. Visita de campo a una red colectiva de riego y a una instalación de bombeo.

#### Relación de trabajos en grupo

- Método de teselación para obtención de lluvia promedio en una zona . Codificación del método de Penman-Monteith y su aplicación para el cálculo de la evapotranspiración a intervalos horarios.

- Determinación de contenido agua a partir de curva característica y los datos de un tensiómetro. Ejercicio de infiltración con el método de Green-Ampt.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

- Explicación de gráficas en inglés.

- Guiones de determinadas prácticas en inglés y presentación de informe de prácticas en inglés.

- Enunciados de determinadas preguntas en las pruebas de evaluación redactadas en inglés.

- Utilización de formulario redactado en inglés.

La evaluación de estas actividades se realiza implícitamente con las del apartado 9.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La asignatura se desarrollará en aula con clases magistrales, realización de problemas y participación del alumno, así como actividades en grupo (prácticas específicas). El alumno deberá realizar trabajos en grupo e informes de práctica.

### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	30,00	0,00	30,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T11]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	45,00	0,00	45,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]
Realización de trabajos (individual/grupal)	5,00	0,00	5,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]

Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	85,00	85,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	45,00	45,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]
Preparación de exámenes	0,00	5,00	5,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T10], [T11]
Asistencia a tutorías	6,00	0,00	6,0	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]
Total horas	90.0	135.0	225.0	
		Total ECTS	9,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Agüera Soriano, J. 1996. Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulica. Ed.Ciencia 3. Madrid. 700 p.  
 Granados, A. 1986. Redes colectivas de riego a presión. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. 246 p.  
 Martínez, J. 1999. Drenaje. IV Master Internacional de Riego y Drenaje. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. MAPA.  
 Muñoz Carpena, R. y A. Ritter Rodríguez, 2005. Hidrología Agroforestal. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

### Bibliografía Complementaria

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 56. Roma: FAO. 300 p.  
 Chow, V.T., D.R. Maidment y L.W. Mays, 1994. Hidrología Aplicada. Madrid: McGraw-Hill Interamericana  
 Hoffman, G.J., Evans, R.G., Jensen, M.E., Martin, D.L. y Elliott, R.L. 2007. Design and operation of farm irrigation Systems. St Joseph, Michigan: American Society of Agricultural and Biological Engineers. 863 p.  
 Maidment, D.R. (ed.), 1992. Handbook of Hydrology. New York: McGraw-Hill.  
 Ritzema, H.P. (ed.). 1994. Drainage principles and applications. ILRI Publication 16 (Second Edition). Wageningen : International Institute for Land Reclamation and Improvement.  
 Rodrigo López, J., J.M. Hernández Abreu, A. Pérez Regalado, J.F. González Hernández. 1997. Riego Localizado. Madrid: Mundi-Prensa. 405 p.  
 Rodrigo López, J., L. Cordero Ordóñez. 2003. Riego localizado: programas informáticos para Windows. Madrid: Mundi-Prensa. 157 p.  
 Soil Conservation Service. 1993. National Engineering Handbook. Part 623, Chapter 2: Irrigation Water Requirements. United States Department of Agriculture.

Tarjuelo Martín-Benito, J.M. 2005. Riego por aspersión y su tecnología. Madrid: Mundi-Prensa. 581 p.  
 Van der Molen, W.H., J. Martínez Beltran, W.J. Ochs. 2007. Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems. FAO Irrigation and Drainage Paper 62. Roma: FAO. 238 p.

#### Otros Recursos

Educativos: Proyecciones audiovisuales mediante sistemas informáticos. Utilización de software de cálculo

### 9. Sistema de evaluación y calificación

#### Descripción

El sistema de Evaluación y Calificación viene regulado en el artículo 6 del actual Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016).

La calificación de la asignatura se deriva de la evaluación de los siguientes aspectos:

**EVALUACIÓN CONTINUA** (puntuación máxima de 10)

- 1.1 Pruebas de aptitud escritas y de tipo presencial (70%, ver "Pruebas objetivas" en la siguiente tabla).
- 1.2 Evaluación de trabajos y/o actividades de prácticas (20%, ver en la siguiente tabla).
- 1.3 Destreza técnica y participación activa en las actividades (10%, ver en la siguiente tabla).

Los criterios de ponderación indicados se aplicarán cuando en 1.1 se haya alcanzado el mínimo de aptitud (que está establecido en una calificación igual o superior a 5).

**EVALUACIÓN ALTERNATIVA** (puntuación máxima de 10)

- 2.1 pruebas de aptitud escritas y de tipo presencial (70%, ver "Pruebas objetivas" en la siguiente tabla)
- 2.2 pruebas de aptitud de tipo presencial (30%) y consistentes en examen oral, tipo test o de respuesta cortas.

Los criterios de ponderación indicados se aplicarán cuando en 2.1 y 2.2 se haya alcanzado el mínimo de aptitud (que está establecido en una calificación igual o superior a 5).

Para acogerse a la modalidad de Evaluación Alternativa, el alumno deberá solicitarlo al profesor con una antelación mínima de seis días respecto de la fecha oficial de examen.

En caso de que no se superen dichos mínimos de aptitud en las pruebas del apartado 1.1 (o 2.1 en evaluación alternativa), la calificación de la asignatura se calculará como el mínimo entre 4 y el promedio de las notas obtenidas en 1.1 (o 2.1).

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
----------------	--------------	-----------	-------------

Pruebas objetivas	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11]	Dos pruebas de aptitud, escrita, individual y correspondientes a los módulos I y II, y al módulo III. La calificación de este apartado será la media de la notas obtenidas en cada una de las pruebas (siempre y cuando éstas sean igual o superior a 5).	70 %
Evaluación de trabajos y/o actividades de prácticas	[T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11], [T12]	Realización y defensa de trabajos y/o informes o exámenes de prácticas. Se valorará con un cero cuando en "Pruebas objetivas" se ha obtenido una calificación <5.	20 %
Destreza técnica y participación activa en las actividades	[67], [68], [T6], [T7], [T8], [T9], [T10], [T11]	Cuestionarios realizados a través del aula virtual y participación activa en las actividades. Se valorará con un cero cuando en "Pruebas objetivas" se ha obtenido una calificación <5.	10 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

Que el alumno demuestre haber adquirido conocimientos actualizados y la comprensión de los mismos en (a):

- los métodos de cálculo y la obtención de datos para el estudio y cuantificación de los componentes del balance hidrológico con énfasis en la hidrología atmosférica y de suelos;
- las técnicas de la ingeniería del drenaje;
- los conocimientos y técnicas complementarios del riego en parcela;
- los métodos para la proyección de redes de distribución de agua a presión para riego, con estaciones de bombeo;
- el estudio de transitorios.

(Competencias MECES: a)

Estrategia de evaluación: Mediante exámenes escritos, así como la participación activa en las clases teóricas y prácticas.

Que el alumno demuestre ser capaz de abordar el cálculo y diseño en el ámbito de estudio de la asignatura, interpretar los datos e información de partida, identificar la necesidad de datos adicionales y recopilar los mismos, plantear la metodología empleada así como las soluciones y conclusiones obtenidas con precisión y claridad.

(Competencias MECES: c, b, d, e)

Estrategia de evaluación: con la realización de varios trabajos en grupo así como con la presentación y defensa de informes con los resultados obtenidos.

Que el alumno sea capaz de identificar sus necesidades formativas y organizar su aprendizaje.

(Competencias MECES: f)

Estrategia de evaluación: Mediante conversación y "feedback" en las tutorías.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

\* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Propiedades y ciclo del agua. Clases teóricas (2), Clases prácticas (2), Tutorías (1) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	5.00	8.00	13.00
Semana 2:	2	Hidrología atmosférica I. Clases teóricas (2), Clases prácticas (4) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 3:	3	Hidrología atmosférica II. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3), Tutorías (1) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 4:	4	Hidrología de suelos. Clases teóricas (2), Clases prácticas (4) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 5:	4	Hidrología de suelos. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3), Tutorías (1) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 6:	5 y 6	Fundamentos del drenaje agrícola. Drenaje superficial. Clases teóricas (2), Clases prácticas (4) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	8.00	14.00
Semana 7:	7 y 8	Prácticas asociadas al drenaje. Drenaje subsuperficial. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	5.00	8.00	13.00
Semana 8:	9	Hidráulica de conducciones de agua para el riego. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	5.00	9.00	14.00
Semana 9:	10	Transitorios hidráulicos. Clases teóricas (2), Clases prácticas (4) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00

Semana 10:	11	Obras e instalaciones hidráulicas. Clases teóricas (2), Clases prácticas (4) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 11:	12	Redes colectivas de riego a presión. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3), Tutorías (1) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	8.00	14.00
Semana 12:	12	Redes colectivas de riego a presión. Clases teóricas (2), Trabajos (2), Clases prácticas (2) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 13:	12	Redes colectivas de riego a presión. Clases teóricas (2), Trabajos (1), Clases prácticas (3) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 14:	13	Impulsiones. Clases teóricas (2), Clases prácticas (3) Actividad evaluable: 1.2, 1.3	5.00	8.00	13.00
Semana 15:	13	Impulsiones. Clases teóricas (2), Trabajos (2), Tutorías (2) Actividad evaluable: 1.2 y 1.3	6.00	9.00	15.00
Semana 16 a 18:	Evaluación	Evaluación y trabajo autónomo del alumno para la preparación de la evaluación. Actividad evaluable: 1.1	4.00	5.00	9.00
Total			90.00	135.00	225.00