Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería
Universidad de La Laguna

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

Grado en Ingeniería Civil

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):

Ingeniería Hidráulica e Hidrología
(2021 - 2022)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Ingeniería Hidráulica e Hidrología	Código: 339382104

- Centro: **Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**
- Lugar de impartición: **Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**
- Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**
- Plan de Estudios: **2010 (Publicado en 2011-12-01)**
- Rama de conocimiento: **Ingeniería y Arquitectura**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima
- Área/s de conocimiento:
  Ingeniería Hidráulica
- Curso: **2**
- Carácter: **Obligatoria**
- Duración: **Primer cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)**

2. Requisitos para cursar la asignatura

Física II, Cálculo Numérico e Informática

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: MANUEL CRUZ GÁMIZ

- Grupo:

General
- Nombre: **MANUEL**
- Apellido: **CRUZ GÁMIZ**
- Departamento: **Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Hidráulica**

Contacto
- Teléfono 1: **922316502 Ext. 6324**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **mcruzgam@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	17:30	20:30	Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A	Despacho de Ingeniería Civil
Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:30	20:30	Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A	Despacho de Ingeniería Civil

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:30	17:30	Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A	Despacho de Ingeniería Civil
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:30	17:30	Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A	Despacho de Ingeniería Civil
Todo el cuatrimestre		Viernes	15:30	17:30	Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A	Despacho de Ingeniería Civil

Observaciones:

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Común a la Rama Civil**
Perfil profesional: **Ingeniería Civil**

5. Competencias

Orden CIN/307/2009

T1 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
T4 - Capacidad para proyectar, inspeccionar y dirigir obras, en su ámbito.
T7 - Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras, en su ámbito.
T8 - Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de infraestructuras, en su ámbito.

Transversales

O1 - Capacidad de análisis y síntesis.

Común a la rama Civil

13 - Conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones, tanto en presión como en lámina libre.
14 - Conocimiento de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Manuel Cruz Gámiz

Tema 1. Propiedades de los fluidos.
1.1 Definición de fluido.
1.2 Densidad, volumen específico, peso específico y densidad relativa.
1.3. Viscosidad.
1.4. Presión.
1.5. Módulo elástico a la compresión.
1.6. Presión de vapor.
1.7. Tensión superficial.

Tema 2. Estática de fluidos.
2.1. Presión en un punto. Ecuaciones básicas de la Estática de los fluidos.
2.1.1 Introducción.
2.1.2 Variación vertical de la presión.
2.1.3. Comportamiento de la presión en planos horizontales. Superficies equipotenciales.

2.1.4. Superficie libre imaginaria.
2.1.5 Generalización a casos de fluidos en movimiento.
2.1.6 Presión dinámica.
2.1.7. Unidades de la presión.
2.2 Instrumentos para la medición de presiones.
2.3 Fuerzas debidas a la acción sobre superficies.
2.3.1 Introducción. Resumen breve de momentos y productos de inercia.
2.3.2. Fuerza sobre superficies planas.
2.3.3. Fuerza sobre superficies curvas.
2.3.4. Fuerza de flotación.

Tema 3. Análisis dimensional y similitud dinámica.
3.1. Magnitudes físicas, mediciones y unidades de medida.
3.2 Sistemas de Medidas y su clasificación.
3.3. Unidades fundamentales y derivadas.
3.4 Ecuaciones de dimensión.
3.5. Teorema de Rayleigh.
3.6. Teorema pi o de Buckingham.
3.7. Breve reseña teórica de la semejanza dinámica. Números adimensionales.
3.8. Ley de semejanza según el número de Froude.
3.9. Ley de semejanza según el número de Reynolds.

Tema 4. Ecuaciones básicas y conceptos de flujo de fluidos.
4.1. Generalidades.
4.2. Clasificación de los flujos.
4.3. Ecuación de continuidad en los flujos unidimensionales.
4.4. La energía y la carga mecánicas en los flujos unidimensionales. Sentido del flujo.
4.5. Pérdidas de carga mecánica en los flujos unidimensionales.
4.5.1. Generalidades.
4.5.2. Pérdidas de carga en tubo recto con flujo laminar.
4.5. 3. Pérdidas de carga en tubo recto con flujo turbulento.
4. 5. 3. 1. Introducción.
4. 5. 3. 2. Ecuación de Darcy-Weisbach.
4. 5. 3. 3. Otras ecuaciones.
4. 5.4. Pérdidas de carga locales. Longitudes equivalentes.
4.5. 5. Pérdidas de carga de flujo totales.
4.6. Obtención de la ecuación de Bernoulli.
4.7. Líneas o rasantes de energía (carga) y piezométrica.
4.8. Sistemas de tuberías a presión simples.
4.8.1. Introducción.
4.8.2. Variables y ecuaciones de los sistemas de tuberías a presión simples.
4. 9. Ecuaciones de la cantidad de movimiento lineal en los flujos unidimensionales.

Tema 5. Problemas prácticos de los sistemas de tuberías a presión simples.
5.1. Ubicación (cota de fondo) de los depósitos.
5.2. Trazado de la tubería en planta y perfil. Consideraciones sobre el “manejo” de las líneas de carga y piezométrica.
5.3. Material, clase, rugosidad y anclajes de las tuberías.
5.4. Válvulas requeridas para las operaciones del sistema.

5.4.1. Introducción.
5.4.2 Tipos y usos de las válvulas en los sistemas de tuberías.
5.4.3. Coeficientes de pérdidas de válvulas.
5.4.4. Las válvulas en EPANET.
5.4.5. Otros aspectos para la modelización de las válvulas en EPANET.
5.5. Admisión y salida del aire en las tuberías. Operaciones de vaciado, llenado y funcionamiento del sistema de tubería.
5.6. Configuración de un sistema de tubería simple.
5.7. Caudal que puede conducir una tubería por gravedad.
5.8. Caudal que puede conducir una tubería por bombeo.
5.9. Pérdidas de carga totales. O pérdidas de carga en un cierto tramo.
5.10. Restricciones de cálculo del diámetro de una tubería “llena” en conducciones por gravedad.
5.11. Restricciones de cálculo del diámetro de una tubería con impulsión por bombeo.
5.12. Procedimientos para los cálculos hidráulicos de los sistemas de tuberías a presión simples.
5.12.1. Tipos de procedimientos.
5.12.2. Aspectos generales de los cálculos con EPANET.
5.12.3. Aspectos específicos de los cálculos de sistemas de tubería simple con EPANET.
5.13. 4. Elección de la(s) bomba(s) o turbina(s).
5.14. Ejemplos de cálculos hidráulicos con Excel, Mathcad o equivalente y EPANET.

Tema 6. Aspectos hidráulicos de los equipos de bombeo.
6.1. Introducción.
6.2. Generalidades.
6.3. Tipos de bombas.
6.4. Velocidad específica y clasificación de las bombas rotodinámicas. 155
6.5. Curvas características de las bombas rotodinámicas.
6.6. Requerimientos y dimensionamiento de las tuberías de aspiración y de impulsión.
6.6.1. Introducción.
6.6.2. Tuberías de aspiración.
6.6.1. Tuberías de impulsión.
6.7. Curvas de los sistemas de tuberías simples y punto de operación.
6.6.1. Introducción.
6.6.2. Casos posibles.
6.8. Ejemplos de cálculos con Excel, Mathcad o equivalente y EPANET.
TEMA 7. Mediciones de los fluidos.
7.1. Generalidades.
7.2. Instrumentos de medida.
7.3. Errores en las mediciones.
7.4. Ordenamiento y tratamiento de los datos de las mediciones.
7.5. Mediciones de niveles y calados.
7.6. Mediciones de velocidades.
7.7. Mediciones de caudal.

TEMA 8. Fundamentos de la Hidrología.
8.1. Introducción.
8.2. El ciclo hidrológico.
8.3. Definiciones básicas
• Precipitaciones. Tipos de precipitaciones. Medición de las precipitaciones.
• Interceptación.

• Infiltración. Almacenamiento subterráneo. Mediciones de la infiltración.
• Escurrimiento. Almacenamiento superficial.
• Evaporación y evapotranspiración. Mediciones.
• Cuenca hidrográfica: superficial y subterránea.
• Lluvia eficaz.
• Avenida. Hidrograma de una avenida. Hidrograma unitario.
8.4. Análisis estadístico de datos históricos de precipitación y caudal.
8.4.1. Introducción.
8.4.2. Estudios de lluvias.
• Toma de datos y registros de lluvias. Pluviómetros y pluviógrafos.
• Análisis de los datos de un pluviógrafo. Ejemplo.
• Precipitación media sobre una zona. a) Promedio aritmético. b) Método de Thiessen c) Método de las isoyetas.
• Probabilidad de un evento.
• Probabilidad de encuentro o riesgo de un evento.
• Curvas de intensidad, frecuencia y duración de las lluvias máximas.
• Hidrógrafo de una avenida lluvia (t) en un proyecto de una obra hidráulica.
8.5. Métodos de estimación de la escorrentía superficial.
8.5.1. Introducción.
• Hidrograma o hidrógrafo de una avenida.
• Coeficiente de escorrentía de una cuenca.
• Tiempo de concentración de un punto de una cuenca.
• Elección de los valores de: período de retorno, duración e intensidad de la lluvia de proyecto.
8.5.2. Método Racional.
8.5.3. Cálculos según la Norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras (2016).
8.5.4. Metodología informatizada del Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF).
8.5.5. Ejemplos prácticos.

Prácticas de laboratorio:
- Práctica 1: Presión en líquidos
- Práctica 2: Flujo en tuberías a presión
- Práctica 3: Aire en tuberías
- Práctica 4: Bombas rotodinámicas

Actividades a desarrollar en otro idioma

- Temas: En especial, en aspectos de los temas 4, 5, y 6, se hará uso del idioma Inglés como vehículo de comunicación oral y escrita.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Las premisas del proceso de enseñanza- aprendizaje en la asignatura, a lo largo del cuatrimestre de su impartición, son:
•La actuación docente de enseñar no garantiza el aprendizaje, sino que es un facilitador del mismo.
•El docente es el guía (Coach) que orienta hacia el logro de competencias y contribuye a organizar y evaluar el autoaprendizaje.

•La evaluación se estructura como un proceso reflexivo donde el que aprende toma conciencia de sí mismo y de sus metas.

La actividad de guía del docente (Coach) se organiza en sesiones de “clases teóricas” y “clases prácticas” con portafolios electrónicos individuales en las que se promueve un estudio activo. La bibliografía básica de la asignatura se basa en la reestructuración o reformulación de la enseñanza tradicional de la Hidráulica desde la potencialidad generalista de las Matemáticas y desde las posibilidades que ofrecen las aplicaciones informáticas.

Se articulan los procedimientos de cálculo basados en aplicaciones informáticas de uso general (Excel y Mathcad o equivalentes) y específicas (EPANET) en sustitución de procedimientos basados en tablas, nomogramas, etcétera. Ello ha requerido la reescritura de los procedimientos de cálculos aprovechando el potencial que ofrecen los ordenadores para la resolución de problemas prácticos de ingeniería en las dos primeras décadas de la era actual.

El efecto esperado es la construcción individual de portafolios soportados en portátiles (Entornos Personales de trabajo de cada alumno) en los que el estudiante irá incorporando, además de los documentos estáticos conteniendo información relacionada con los aspectos epistemológicos de la asignatura, los applets de cálculo (hojas de cálculo, piezas de código para los sistemas de cálculo simbólico o numérico que se utilicen, modelos matemáticos de redes y cauces, etc.) que se vayan desarrollando y que servirán al estudiante para resolver problemas de complejidad próxima a la de problemas reales que surgen en la práctica de la Ingeniería y, al mismo tiempo, como herramienta para la evaluación de su aprendizaje.

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	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	20,00	20,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	45,00	45,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	20,00	20,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Preparación de exámenes	0,00	15,00	15,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Asistencia a tutorías	10,00	0,00	10,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]

Realización de prácticas de laboratorio	6,00	0,00	6,0	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]
Total horas	60,00	100,00	160,00	
		Total ECTS	6,40	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

• González Fariñas, J. E. (2016) “Selección de temas de Hidráulica. Conceptos y Cálculos prácticos con ordenadores portátiles”, / Publicación docente, S/C de Tenerife.
• Gilles Corcos (2004) Air In Pipes Manual (www.aplv.org)
• Aula virtual de Hidráulica e Hidrología (http://www.campusvirtual.ull.es/)
• Instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje superficial” (2016).

Bibliografía Complementaria

• Manual del Programa EPANET2.0 Español/ EPANET 2w vE/ EPANET 2w.
• Jordan, Thomas D. (1980) Handbook of Gravity Flow Water Systems (UNICEF)
• Manual de pequeña hidráulica. http://europa.eu.int/en/comm/dg17/dg17home.htm
• LÍNEAS DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD- MEXICO.pdf (http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICI
• Metodología del CIATF/ 2009. (CD en Biblioteca de Física y Matemáticas).

Otros Recursos

• Libros electrónicos de cálculo (Excel y OpenOffice.org Calc) de la asignatura. (http://www.campusvirtual.ull.es/)/ / EPANET 2w vE/ EPANET 2w.
• Programa EPANET2.0 en Español. (http://www.campusvirtual.ull.es/)
• Programa Mathcad (versión estudiantes): http://es.ptc.com/communities/academic-program/products/free-software

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

El sistema de evaluación comprende una prueba presencial (Constará de cuestiones teóricas y/o ejercicios prácticos breves, y uno o dos problemas de cálculo), tres prácticas de laboratorio (con sus respectivos informes), realización de un

e-portafolios, un trabajo individual, pruebas on_line o tareas, a través de la Web de la asignatura y de la evaluación de preguntas en las clases y a través de la Web de la asignatura.
Los exámenes se realizarán con auxilio de ordenadores portátiles personales o de préstamo universitario gestionado por los alumnos. Deben contener su Entorno Personal de Trabajo o Portafolios electrónico con los programas Mathcad, Maple o equivalente, Excel o equivalente, EPANET y los típicos de Ofimática: Power Point, Word, etcétera o equivalentes y los documentos de la asignatura.
EXPRESIÓN CUANTITATIVA DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN**:
-. Realización de un e-portafolio con un Entorno Personal de Trabajo. Se fijaran las semanas de revisión aleatoria. (2 % de la nota final) (máx: 0. 2 puntos)
-. TI: Realización de un trabajo individual. (3 % de la nota final) (máx: 0.3 puntos)
-. P_T: Evaluación de pruebas on_line o tareas, a través de la Web de la asignatura. (8 % de la nota final) (máx: 0, 8 puntos)
-. Preg: Evaluación de preguntas al inicio, durante el desarrollo de las clases y a través de la Web de la asignatura. (2 % de la nota final) (máx: 0.2 puntos)
-. L: Pruebas on_line o informes para evaluación de las prácticas de Laboratorio. (15 % de la nota final) (máx: 1.5 puntos)
-. EF: Examen final. 70% de la nota final. (máx: 7 puntos)

La Nota Final se determina según las condiciones simultáneas “a” y “b” siguientes:

(a): NF = 0,02*e_portafolio + 0,03*TI + 0,08*P_T + 0,02*Preg. + 0,15*L + 0,70*Examen Final.

(b): Asistencia [obligatoria (70%)] y aprobación de las pruebas on_line de evaluación de las prácticas de Laboratorio.

Nota: El incremento de notas por actividades sistemáticas y laboratorios sólo se aplica si la nota del examen final escrito es de cinco puntos (5) o superior.

** A tenor de los puntos 1 y 2, artículo 6, Capítulo III del reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC No. 11, martes 19 de enero de 2016) se adopta, como norma general, que en esta asignatura \"la consecución de las competencias y resultados de aprendizaje\" requiere que se tenga en cuenta la evaluación continua en todas las convocatorias de la misma.
El derecho de un alumno a optar por una \"evaluación única\" está sujeto a las reglamentaciones vigentes en esa materia.
La opción de \"evaluación única\" supone, en esta asignatura, la realización de una pregunta adicional en la misma convocatoria en que se presente el alumno o alumna a examinar.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación

Pruebas objetivas	[14], [13]	Se evalúan las habilidades de cálculo de problemas prácticos de sistemas hidráulicos de tuberías con y sin bombeo en Tareas que se entregan en el Aula Virtual.	8,00 %
Pruebas de respuesta corta	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]	Preguntas al inicio, durante el desarrollo de las clases y a través de la Web de la asignatura.	2,00 %

Pruebas de desarrollo	[14], [13], [O1], [T8], [T7], [T4], [T1]	Se evalúan las habilidades de cálculo de problemas prácticos de sistemas hidráulicos de tuberías con y sin bombeo y canales de flujo libre.	70,00 %
Trabajos y proyectos	[T8], [T7], [T4], [T1]	Se evalúa la capacidad de búsqueda de información y de elaboración de informe razonado sobre temas de Hidráulica e Hidrología.	3,00 %

Informes memorias de prácticas	[14], [13]	Se evalúa la comprensión y la capacidad de análisis de los resultados experimentales de cada práctica de laboratorio. 15,00 %
Portafolios	[T8], [T7], [T4], [T1]	2,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá ser capaz de:

Manejar los conceptos y los aspectos técnicos vinculados con la determinación de las fuerzas que ejercen los fluidos en reposo sobre las superficies y los objetos en que están en contacto, los sistemas de conducciones en presión, para diseñar y dimensionar sistemas hidráulicos.

Aplicar los conceptos básicos de la Hidrología Superficial a la resolución de problemas sencillos en cuencas pequeñas.

Demostrar que ha adquirido las habilidades de cálculo que le permitan la resolución de problemas de complejidad media y elevada con auxilio de software general de Matemáticas, Hojas de Cálculo Electrónicas y EPANET.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

LA ASIGNATURA SE ORGANIZA EN CLASES TEÓRICAS, CLASES PRÁCTICAS, PRUEBAS DE LABORATORIO Y ACTIVIDADES DE EVALUACIONES VIRTUALES, MEDIANTE LA WEB DE LA MISMA, A LO LARGO DEL CURSO.

Primer cuatrimestre					
Semana	**Temas**	**Actividades de enseñanza aprendizaje**	**Horas de trabajo presencial**	**Horas de trabajo autónomo**	**Total**

Semana 1:	1	Clases Teóricas en aula grupo único	2.00	6.00	8.00
Semana 2:	2	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	2	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	2 Y 3	Clases Prácticas. Ejercicios y resolución de casos prácticos.	4.00	8.00	12.00
Semana 5:	3	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	3	Clases Prácticas. Ejercicios y resolución de casos prácticos. Práctica 1 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	8.00	12.00
Semana 7:	4	Clases Teóricas en aula grupo único Práctica 1 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	4	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	4	Clases Teóricas en aula grupo único Práctica 2 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	5	Clases Teóricas en aula grupo único Práctica 2 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	6	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	6	Clases Teóricas en aula grupo único Práctica 3 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	6	Clases Prácticas. Ejercicios y resolución de casos prácticos. Práctica 3 en Laboratorio (2 grupos)	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	7	Clases Teóricas en aula grupo único	4.00	8.00	12.00
Semana 15:	7	Clases Prácticas. Ejercicios y resolución de casos prácticos.	4.00	6.00	10.00
Semana 16 a 18:	EXÁMEN	Revisión de actividades de evaluación y examen final.	2.00	4.00	6.00
		Total	60.00	100.00	160.00