



GUÍA DOCENTE 2016-2017  
**HIDRÁULICA**

**1. Denominación de la asignatura:**

HIDRÁULICA

**Titulación**

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

**Código**

7370

**2. Materia o módulo a la que pertenece la asignatura:**

MÓDULO: COMÚN A LA RAMA CIVIL. MATERIA: INGENIERÍA  
HIDRÁULICA

**3. Departamento(s) responsable(s) de la asignatura:**

INGENIERÍA CIVIL

**4.a Profesor que imparte la docencia (Si fuese impartida por mas de uno/a incluir todos/as) :**

Rubén Delgado Pascual, Ana Barco Herrera, Diego Saldaña Arce

**4.b Coordinador de la asignatura**

Rubén Delgado Pascual

**5. Curso y semestre en el que se imparte la asignatura:**

2º CURSO - 3º SEMESTRE

**6. Tipo de la asignatura: (Básica, obligatoria u optativa)**

Obligatoria



### 7. Requisitos de formación previos para cursar la asignatura:

Aunque no se exigen requisitos previos, es recomendable poseer conocimientos básicos de mecánica de sólidos, (centros de gravedad, momentos de inercia, productos de inercia, etc.)

### 8. Número de créditos ECTS de la asignatura:

6

### 9. Competencias que debe adquirir el alumno/a al cursar la asignatura

Conforme a la Memoria de la Titulación

Competencias Generales de Grado:

Todas las competencias generales de grado: CB1 a CB5

Competencias Generales de la Titulación:

CGT01: 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.

CGT05: Capacidad para el mantenimiento y conservación de los recursos hidráulicos y energéticos, en su ámbito.

CGT08: Capacidad para realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas, en su ámbito.

Competencias Específicas de la Titulación:

C07: Conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones, tanto en presión como en lámina libre

Competencias Instrumentales:

I01: Capacidad de análisis y síntesis

I03: Comunicación oral y escrita en lengua nativa

I05: Conocimientos de informática relativos al estudio

I06: Capacidad de gestión de la información

I07: Resolución de problemas

I08: Toma de decisiones

Competencias Personales:

P01: Trabajo en equipo

P02: Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar

P04: Habilidades en las relaciones interpersonales

P06: Razonamiento crítico

P07: Compromiso ético



Competencias Sistemáticas:

S01: Aprendizaje autónomo

S03: Creatividad

S07: Motivación por la calidad

S08: Sensibilidad hacia temas medioambientales

Competencias Transversales:

T01: Orientación de resultados

Competencias Académicas Generales:

A01: Capacidad de improvisación y adaptación para enfrentarse con nuevas situaciones

A02: Actitud positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas

A03: Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de las ideas propias

A04: Capacidad de comunicación a través de la palabra y la imagen

A05: Hábito de estudio y método de trabajo

A06: Capacidad de búsqueda, análisis y selección informática

## 10. Programa de la asignatura

| 10.1- Objetivos docentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Conocer los conceptos teóricos que rigen el comportamiento mecánico del agua en reposo (hidrostática) y en movimiento (hidrodinámica) en cauces cerrados y abiertos.</li><li>- Desarrollar aplicaciones prácticas elementales que se llevarán a cabo más ampliamente en asignaturas de cursos posteriores.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10.2- Unidades docentes (Bloques de contenidos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>I.- INTRODUCCIÓN. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS</b></p> <p><b>1.- INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Definición .- Partes de la Hidráulica.- Clasificación de las sustancias : sólidos ideales y reales, fluidos (líquidos y gases).- Concepto de fluido.- Diferencias entre líquidos y gases.- Hipótesis del medio continuo.</p> <p><b>2.- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS</b></p> <p>Propiedades o características de los fluidos.- Densidad.- Peso específico.- Módulo volumétrico de elasticidad.- Viscosidad.- Teoría de Newton.- Viscosidad absoluta y cinemática.- Diagrama reológico.- Tensión superficial.- Ley de Laplace.- Capilaridad.- Ley de Jurin.- Presión de vapor.- Cavitación.</p> |



### **3.- PRESIÓN**

Concepto de presión.- Unidades de medida de la presión : baria, bar, milibar, Pascal, Kp/m<sup>2</sup>, Tor o mm de Hg, m.c.a., atmósfera física, atmósfera técnica.- Presión atmosférica.- Presión absoluta.- Presión relativa o manométrica.- Características de la presión en un fluido en reposo en el campo gravitatorio terrestre.

## **II.- HIDROSTÁTICA DE FLUIDOS**

### **4.- ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE LA HIDROSTÁTICA.**

Deducción.- Particularización para el campo gravitatorio terrestre.- Líquidos.- Gases.- Distribución de presiones en un líquido.- Principio de Pascal.- Prensa hidráulica.

### **5.- PRESIONES DE UN LÍQUIDO PARA PARED PLANA.**

Resultante.- Coordenadas del Centro de presión.

### **6.- PRESIONES DE UN LÍQUIDO SOBRE PARED CILÍNDRICA DE GENERATRICES HORIZONTALES.**

Componente horizontal.- Componente vertical. Líneas de acción.

### **7.-PRESIONES DE UN LÍQUIDO SOBRE SUPERFICIES CURVAS**

Procedimiento general.- Determinación de la Resultante y el Momento resultante respecto de un punto.- Método de Poincaré.- Componentes de la Fuerza Resultante.- Componentes del Momento respecto del origen

## **III.- FLOTACIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS EN LÍQUIDOS**

### **8.- FLOTACIÓN DE CUERPOS TOTALMENTE SUMERGIDOS**

Principio de Arquímedes.- Centro de empuje.- Equilibrio de cuerpos totalmente sumergidos : estable, inestable e indiferente.

### **9.- FLOTACIÓN DE CUERPOS PARCIALMENTE SUMERGIDOS.**

Conceptos.- Plano de flotación.- Sección de flotación.- Carena.- Centro de carena.- Superficie de flotación.- Superficie de centros de carena.- Primer teorema de Euler.- Teorema de Dupin.- Segundo teorema de Euler.- Metacentro.- Equilibrio de cuerpos flotantes : estable, inestable e indiferente

## **IV.- CINEMÁTICA DE FLUIDOS**

### **10.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE CINEMÁTICA DE FLUIDOS**

Definición de Cinemática.- Líneas de corriente.- Trayectoria de una partícula.- Líneas de traza.- Superficie de corriente.- Tubo de corriente o de flujo.- Concepto de volumen de control.- Clasificación de regímenes.- Permanente y Variable.- Uniforme y Variado.- Laminar y Turbulento.- Rotacional e irrotacional.- Compresible e incompresible.- Unidimensional, bidimensional y tridimensional.- Caudal o gasto.



### **11.- ECUACIÓN DE CONTINUIDAD**

Deducción general de la Ecuación de la continuidad.- Particularizaciones.- Flujo compresible permanente.- Flujo incompresible no permanente.- Flujo incompresible permanente.- Tubo de flujo en régimen permanente.- Ecuación de la continuidad en un tubo elemental de corriente. Flujo general

### **12.- ECUACIÓN DE LA ENERGÍA PARA UN FLUIDO IDEAL**

Ecuación fundamental de la Hidrodinámica para un fluido ideal. Trinomio de Bernoulli.

### **13.- ECUACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO**

Ecuación de la cantidad de movimiento en un conducto.- Impulsión en una sección. Presión media. Coeficiente de la cantidad de movimiento.- Ecuación de la dinámica según la normal a una línea de corriente Ecuación de la cantidad de movimiento en un conducto.- Impulsión en una sección. Presión media. Coeficiente de la cantidad de movimiento.- Ecuación de la dinámica según la normal a una línea de corriente.

### **14.- ECUACIÓN DE LA ENERGÍA PARA UN FLUIDO VISCOSO**

Teorema de Bernoulli según una línea de corriente.- Representación gráfica del Trinomio de Bernoulli siguiendo una línea de corriente.- Aplicación del Teorema de Bernoulli al movimiento de un fluido incompresible en conductos.- Coeficiente de Coriolis.- Potencia de una corriente líquida en una sección.- Potencia de máquinas hidráulicas.- Bomba.- Turbina

## **V.-FLUJO EN TUBERÍAS**

### **15.- MOVIMIENTO PERMANENTE Y UNIFORME DE LÍQUIDOS EN CONDUCTOS.**

Hipótesis de partida.- Deducción de la ecuación.- Pendiente motriz.- Tensión tangencial media en el contorno.- Radio hidráulico.

### **16.- EXPERIMENTO DE REYNOLDS. MOVIMIENTO LAMINAR Y TURBULENTO**

Experimento de Reynolds.- Movimiento laminar y turbulento.- Parámetro representativo del fenómeno.- Número de Reynolds.

### **17.- MOVIMIENTO LAMINAR. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA.**

Hipótesis de partida.- Deducción de la ecuación de Hagen-Poiseuille.- Movimiento laminar.- Velocidad media.- Pendiente motriz.- Distribución de la tensión tangencial.- Coeficiente de la cantidad de movimiento.- Coeficiente de Coriolis

### **18.- NOCIONES BÁSICAS SOBRE EL ESTUDIO TEÓRICO DEL MOVIMIENTO TURBULENTO.**

Teoría de la viscosidad de Boussinesq.- Teoría de la longitud de mezcla de Prandtl.- Teoría de la capa límite de Prandtl.- Concepto de capa límite.- Importancia del concepto.- Evolución o desarrollo de la capa límite.- Capa límite laminar.- Capa límite turbulenta.- Subcapa viscosa.



## **19.- PÉRDIDAS DE CARGA CONTINUAS EN TUBERÍAS. MOVIMIENTO TURBULENTO**

Conceptos fundamentales de análisis dimensiona. Teorema  $\pi$  de Vaschy – Buckingham. Ecuación de Darcy-Weisbach. Rugosidad absoluta y relativa. Coeficiente de fricción.- Criterio hidrodinámico para determinar si un tubo es liso o rugoso.- Distribución de velocidades en una sección transversal en régimen turbulento.- Influencia de la rugosidad.- Fórmulas del coeficiente de fricción  $f$ .- Blasius.- Experiencias de Nikuradse.- Teorías de Karman y Prandtl.- Fórmula de Colebrook-White.- Ábaco de Moody.- Problemas Tipo.- Fórmulas empíricas empleadas para el cálculo de tuberías.- Ventajas e inconvenientes frente a la fórmula logarítmica.- Turbulento liso : Blasius.- Turbulento rugoso : Manning.- Turbulento intermedio : Hazen-Williams.- Relaciones entre el diámetro, la pérdida de carga y el caudal.- Velocidad media.- Envejecimiento de tuberías.

## **20.- PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS EN TUBERÍAS.**

Expresión general.- Longitud equivalente.- Número de diámetros equivalente.- Ensanchamiento brusco.- Desembocadura en un depósito.- Ensanchamiento gradual (difusores).- Estrechamiento brusco.- Embocaduras.- Estrechamiento gradual (toberas).- Codos: redondeados y en inglete.- Ramificaciones : empalmes y bifurcaciones.- Válvulas : asiento, esfera, compuerta, mariposa, retención.

## **21.- SISTEMAS DE TUBERÍAS**

Tubería simple con llave o tobera en su extremo: servicio en extremidad.- Sifón.- Tubería simple con derivación intermedia.- Tubería simple con varias derivaciones.- Funcionamiento de las tuberías.- Posiciones de la línea piezométrica respecto a la conducción.- Fenómeno de cavitación en una tubería. Tubería que distribuye un gasto uniformemente repartido. Tuberías ramificadas.- Tubería con toma intermedia abastecida por dos depósitos.- Tuberías ramificadas conectadas a depósitos a diferentes elevaciones.- Problema de los tres depósitos. Tuberías en serie.- Método de la tubería equivalente.- Tuberías en paralelo.- Método del porcentaje.- Ajuste de caudales en redes cerradas de distribución.- Método de Cross.

# **VI.- FLUJO EN RÉGIMEN LIBRE**

## **22.- RÉGIMEN LIBRE. INTRODUCCIÓN**

Introducción.- Corrientes líquidas en cauces abiertos.- Régimen libre.- Sección transversal de un canal.- Nomenclatura básica.- Tipos de flujo.- Distribución de velocidades en una sección transversal.- Isotacas.- Distribución de presiones.- Conceptos fundamentales en estudio de canales.- Energía en un punto de la sección transversal.- Potencia media de la corriente.- Energía media.- Energía específica.- Pérdidas de energía por unidad de longitud.



### **23.- MOVIMIENTO UNIFORME EN CANALES**

Características del régimen uniforme.- Ecuación general del movimiento uniforme en canales.- Fórmulas empíricas.- Chézy.- Ganguillet-Kutter.- Bazin.- Darcy-Weisbach.- Manning.

### **24.- TIPOS DE SECCIONES EN CANALES**

Formas más comunes de las secciones.- Rectangular.- Trapecial.- Triangular.- Circular.- Parabólica.- Ovoide.- Mix-tas.- Curva de capacidad de un canal en régimen uniforme.- Flujo en secciones compuestas.- Sección hidráulica óptima.- Rectangular óptima.- Trapecial óptima.- Secciones compuestas.

### **25.- RÉGIMEN LENTO, CRÍTICO Y RÁPIDO**

Movimiento variado.- Movimiento gradual y rápidamente variado.- Calado normal.- Calado crítico.- Variación de la energía específica con el calado a caudal constante.- El régimen de la corriente y el número de Froude.- Régimen lento, crítico y rápido.- Variación del caudal con el calado a energía específica constante.- Variación del calado con la anchura del canal

### **26.- RÉGIMEN RÁPIDAMENTE VARIADO. RESALTO HIDRÁULICO.**

Pendiente crítica.- Transiciones a través de calado crítico en régimen permanente.- Resalto hidráulico estacionario.- Ecuaciones del resalto para canal rectangular.- Calados conjugados.- Pérdida de energía.- Longitud del resalto.- Comportamiento del resalto según el calado de aguas abajo.

### **27.- RÉGIMEN GRADUALMENTE VARIADO. CURVA DE REMANSO.**

Concepto de curva de remanso.- Determinación de la curva de remanso por diferencias finitas.- Clasificación de las curvas de remanso.

### **28.- ORIFICIOS, COMPUERTAS Y VERTEDEROS.**

Orificio en pared delgada. Fórmula de Torricelli.- Coeficiente de velocidad, contracción y desagüe.- Pérdida de carga en un orificio.- Orificio de grandes dimensiones o carga pequeña.- Orificio sumergido.- Desagüe bajo compuerta.- Orificio en pared gruesa.- Tiempo necesario para el vaciado de un depósito. Clasificación de vertederos.- De lámina libre y sumergido.- De pared delgada y de pared gruesa.- Sin y con contracción lateral.- Normales, inclinados, que-brados,...- Vertedero de pared delgada con lámina libre.- Rectangular sin contracción lateral.- Rectangular con contracción lateral.- Triangular.- Trapecial.- Vertedero de pared delgada sumergido.- Vertedero en perfil estricto.- Perfil Creager.- Vertedero de pared gruesa



## VII.- PRÁCTICAS EN LABORATORIO

### Sesión 1

Propiedades de los fluidos. Verificación del principio de Arquímedes. Empuje hidrostático sobre superficie plana. Práctica de presiones.

### Sesión 2

Impacto de chorro sobre superficie. Medida de flujo. Demostración del teorema de Bernoulli

### Sesión 3

Panel de tubería: Pérdidas por fricción. Panel de tuberías: Pérdidas localizadas. Descarga por orificio.

### Sesión 4

Estudio de vertedero de pared delgada: Vertedero triangular. Canal de pendiente variable.

### Sesión 5

Modelización numérica de conducciones en carga

### 10.3- Bibliografía

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Chow, Ven Te, Hidráulica de los canales abiertos, .,  
Coutinho de Lencastre, Armando, Manual de Ingeniería Hidráulica., .,  
López Andrés, Lázaro. , Manual de Hidráulica., .,  
López Andrés, Lázaro. , Problemas de Hidráulica, Universidad de Alicante,  
Osuna, Antonio, Hidráulica: Hidráulica Técnica y Mecánica de Fluidos., .,

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Sotelo Ávila, Gilberto, Hidráulica General, Fundamentos, .,  
Streeter, Victor L.; Wylie, E.B.; Bedford, K.W, Mecánica de Fluidos. , .,  
White, Frank M. , Mecánica de Fluidos., .,

## 11. Metodología de enseñanza y aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante:

Clases teóricas

| Metodología     | Competencia relacionada                                                                                         | Horas presenciales | Horas de trabajo | Total de horas |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Clases teóricas | CGG.01 a CGG.05;<br>CG.01; C.G.05;<br>C.G.08; I.01, I.03;<br>I.06; P.06, S.01; S.08<br>A.01; A.05 A.06,<br>C.07 | 26                 | 28               | 54             |



|                                                                              |                                                                                                                                                                  |    |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|
| Clases prácticas<br>(grupo pequeño)                                          | CGG.01 a CGG.05;<br>CG.01; C.G.05;<br>C.G.08; I.01; I.05;<br>I.07; I.08; P.01; P.02;<br>P.04, P.06; P.07;<br>S.01-S.03; T.01;<br>A.01; A.02; A.03;<br>A.06, C.07 | 18 | 46 | 64  |
| Prácticas de<br>laboratorio                                                  | .01 a CGG.05; CG.01;<br>C.G.05; C.G.08; I.01;<br>I.05, P.01, P.04, P.06;<br>P.07; S.01; S.03;<br>A.01; A.03; A.06;<br>C.07                                       | 8  | 4  | 12  |
| Realización de<br>trabajos, Informes,<br>Memorias y Pruebas<br>de Evaluación | I.01; I.03; I.05; I.06;<br>I.07; I.08; P.06; P.07;<br>S.03; A.01; A.06;<br>C.07                                                                                  | 2  | 18 | 20  |
| <b>Total</b>                                                                 |                                                                                                                                                                  | 54 | 96 | 150 |

## 12. Sistemas de evaluación:

| <b>Procedimiento</b>                                                                                                                                                            | <b>Peso<br/>primera<br/>convocatoria</b> | <b>Peso<br/>segunda<br/>convocatoria</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Evaluación continua de los conocimientos teóricos y de resolución de problemas (será necesario alcanzar un mínimo del 45% de la calificación máxima para aprobar la asignatura) | 30 %                                     | 30 %                                     |
| Evaluación continua de las sesiones prácticas de laboratorio (será necesario alcanzar un mínimo del 45% de la calificación máxima para aprobar la asignatura)                   | 5 %                                      | 5 %                                      |
| Evaluación de la memoria práctica de laboratorio (será necesario alcanzar un mínimo del 45% de la calificación máxima para aprobar la asignatura)                               | 10 %                                     | 10 %                                     |
| Prueba final de cuestiones teóricas (será necesario alcanzar un mínimo del 45% de la calificación máxima para aprobar la asignatura)                                            | 15 %                                     | 15 %                                     |
| Prueba final de resolución de ejercicios prácticos (será necesario alcanzar un mínimo del 45% de la calificación)                                                               | 40 %                                     | 40 %                                     |



|                                    |              |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| máxima para aprobar la asignatura) |              |              |
| <b>Total</b>                       | <b>100 %</b> | <b>100 %</b> |

**Evaluación excepcional:**

Para los alumnos que hayan solicitado, y se les haya concedido la evaluación excepcional, el sistema de evaluación se modificará de la siguiente forma:  
Evaluación continua de los conocimientos teóricos: Las pruebas deberán ser realizadas en los días y horas fijados.  
Evaluación continua de ejercicios prácticos: A pesar de no poder asistir a clase, deberán entregarse los días de las pruebas de Evaluación Continua.  
Prueba final de resolución de ejercicios prácticos: Deberá ser realizada en las fechas fijadas.  
Los trabajos de curso se deberán entregar el día de la prueba Final.

**13. Recursos de aprendizaje y apoyo tutorial:**

Pizarra y Proyectors  
Páginas Webs relacionadas  
Bibliografía disponible en la Biblioteca  
Aplicaciones interactivas en la Plataforma UBUvirtual  
Tutorías individualizadas o en grupo a demanda de los alumnos

**14. Calendarios y horarios:**

El calendario aprobado por la Junta de Escuela de la Escuela Politécnica Superior y los horarios publicados en los tablones oficiales de la E.P.S. para el curso vigente.

**15. Idioma en que se imparte:**

Español