

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

Unidad responsable: 250 - ETSECCPB - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Curso: 2015

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA GEOLÓGICA (Plan 2010). (Unidad docente Obligatoria)

Créditos ECTS: 9 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARTI SANCHEZ JUNY

Otros: MARINA ARBAT BOFILL, ENRIQUE BONET GIL, MARTI SANCHEZ JUNY

### Horario de atención

Horario: Los lunes por la mañana de 10 ha 14 h. Fuera de este horario, a concertar con el profesor.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

4062. Conocimiento de los principios de mecánica de fluidos e hidráulica.

#### Transversales:

588. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 1: Analizar sistémica y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad de forma interdisciplinaria así como el desarrollo humano sostenible, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.

592. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.

596. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

599. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 3: Planificar y utilizar la información necesaria para un trabajo académico (por ejemplo, para el trabajo de fin de grado) a partir de una reflexión crítica sobre los recursos de información utilizados.

602. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

584. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

### Metodologías docentes

La asignatura consta de 6 horas a la semana de clases presenciales en el aula.

Dependiendo de la semana se dedicarán a clases teóricas 3 ó 4 horas en que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

Se complementará la semana con 2 ó 3 por la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos para consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Conocimiento de hidráulica e hidrología y su aplicación a sistemas de conducciones en presión y en lámina libre y capacidad de aplicación a la solución de problemas tecnológicos.

Al finalizar el curso el alumno habrá adquirido la capacidad de:

1. Aplicar las ecuaciones del movimiento de fluidos a casos ingenieriles relacionados con conducciones a presión y en lámina libre.
2. Resolver problemas de redes de tuberías incluyendo elementos auxiliares tales como codos y válvulas.
3. Capacidad para analizar el flujo de agua en canales abiertos en geometrías o condiciones básicas.

Características de los fluidos: compresibilidad, viscosidad, cambio de fase y tensión superficial. Conocimientos de la estática de líquidos así como de su interacción con paredes y objetos sumergidos. Conocimiento de las ecuaciones de movimiento de fluidos para su aplicación al flujo en conductos. Continuidad, cantidad de movimiento, trinomio de Bernoulli. Movimiento turbulento y número de Reynolds. Conocimiento del movimiento en tuberías, incluyendo la conservación de la energía y el análisis de pérdidas de carga. Análisis del funcionamiento de bombas mediante curvas características. Movimiento variable en tuberías. Conocimiento del movimiento permanente en lámina libre y su aplicación al funcionamiento de canales. Conocimientos básicos del comportamiento de cauces erosionables. Análisis dimensional. Leyes de semejanza. Modelos. Conocimientos básicos de hidrología superficial. Conocimientos del movimiento variable en lámina libre, gradual y rápidamente variable. Ondas. Conocimientos básicos de aerodinámica.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 225h	Grupo grande/Teoría:	52h	23.11%
	Grupo mediano/Prácticas:	22h	9.78%
	Grupo pequeño/Laboratorio:	16h	7.11%
	Actividades dirigidas:	9h	4.00%
	Aprendizaje autónomo:	126h	56.00%

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

### Contenidos

<p>Introducción a la asignatura</p>	<p>Dedicación: 2h 24m Grupo grande/Teoría: 1h Aprendizaje autónomo: 1h 24m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objetivo de la asignatura:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Diferenciación entre Hidráulica e Hidrología superficial</li> </ol> </li> <li>2. Organización             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Caracterización de las sesiones teóricas y prácticas</li> <li>2.2 Compromiso y trabajo del estudiante</li> <li>2.4 Sistema de evaluación</li> <li>2.3 Bibliografía</li> <li>2.4 Documentación</li> </ol> </li> </ol> <p>Objetivos específicos: Presentación de la asignatura. Descripción de cómo se pretende que se desarrolle el curso.</p>	
<p>Propiedades de los fluidos</p>	<p>Dedicación: 2h 24m Grupo grande/Teoría: 1h Aprendizaje autónomo: 1h 24m</p>
<p>Descripción:</p> <p>El fluido como medio continuo. Densidad y peso específico. Presión de vapor: cavitación. Viscosidad. Tensión superficial: capilaridad.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>El estudiante debe acabar conociendo los principales conceptos que permiten la diferenciación entre los fluidos y que serán básicos para entender los temas posteriores. Este tema requiere de un trabajo personal para profundizar en estos conceptos pues en clase se presentarán únicamente enfatizando aquellos aspectos clave.</p>	

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

<p>Ecuaciones fundamentales</p>	<p>Dedicación: 12h Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: Descripción del movimiento. Trayectorias y líneas de corriente. Volumen de control y tubo de flujo. Concepto de caudal. Ecuación de continuidad aplicada a un tubo de flujo Concepto de momentum aplicado a un fluido. Aplicación a un tubo de flujo. Particularización al caso de régimen permanente y fluido incompresible. Coeficiente de Boussinesq Balance de energía en un tubo de flujo. Concepto de energía por unidad de peso. Significado físico. Coeficiente de Coriolis. Aplicación a un flujo a presión y a un flujo en lámina libre. Potencia del flujo a través de una sección. Movimiento laminar y turbulento: experiencia de Reynolds Sesión práctica de algún ejercicio que permita trabajar con las ecuaciones fundamentales de los fluidos.</p> <p>Objetivos específicos: Principalmente el estudiante debe entender el significado físico de la ecuación de continuidad, fundamentalmente en el caso de régimen permanente. El estudiante debe entender el significado físico y cómo se aplica la ecuación al caso particular del régimen permanente y fluido incompresible. El estudiante debe entender el significado físico de la ecuación del energía en fluidos y cómo se aplica, en el caso del régimen permanente y fluido incompresible, en un flujo a presión y en lámina libre. Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p>	
<p>Hidrostática</p>	<p>Dedicación: 14h 23m Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 8h 23m</p>
<p>Descripción: Ecuación general de la hidrostática sobre el campo gravitatorio terrestre. Caso de un fluido sometido a una aceleración lineal y uniforme (movimiento relativo). Presión absoluta y relativa. Concepto de empuje. Concepto de centro de presiones. Determinación del centro de presiones de una superficie plana Componente horizontal y vertical del empuje. Principio de Arquímedes. Concepto de subpresión. Sesión práctica de algún ejercicio que permita trabajar con los conceptos de la hidrostática</p> <p>Objetivos específicos: El estudiante debe disponer de los conocimientos básicos para entender los conceptos de presión absoluta y relativa así como el concepto de empuje hidrostático Establecimiento de los fundamentos para la obtención del empuje sobre superficies planas. Análisis práctico de la determinación del empuje sobre superficies curvas. Introducción de un concepto básico en ingeniería civil como es el concepto de la subpresión en el contacto estructura - terreno. El concepto se introducirá de ilustrando de modo práctica resolviendo algún problema real. Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p>	

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

<p>Flujo a presión</p>	<p>Dedicación: 26h 24m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 15h 24m</p>
<p>Descripción:</p> <p>Ecuaciones básicas en régimen permanente incompresible a presión. Pérdidas de energía repartidas y locales. Definición de régimen turbulento liso, intermedio y rugoso. Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach. Diagrama de Moody. Aplicación. Fórmula de Colebrook y White. Caso de secciones no circulares. Fórmulas empíricas. Análisis de las pérdidas locales (ensanchamientos, contracciones). Fórmula de Borda</p> <p>Instalaciones de bombeo: potencia de una bomba y curvas características. Diferencia en una instalación a presión con y sin bomba. Ubicación de una bomba. Punto de funcionamiento de una instalación de bombeo. Bombas en serie y paralelo. Esquema típico de una impulsión</p> <p>Sesión práctica de algún ejercicio que permita trabajar con sistemas a presión</p> <p>Transitorios en sistemas a presión. Golpe de ariete. Fórmula de Allievi</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Repaso de las ecuaciones básicas y planteamiento de la obtención de las pérdidas de energía en una conducción a presión.</p> <p>El estudiante debe comprender el concepto de pérdidas de energía repartidas y su determinación práctica.</p> <p>El estudiante debe comprender el concepto de pérdidas de energía locales y su obtención práctica.</p> <p>Planteamiento de los conceptos básicos para el dimensionamiento y cálculo de un sistema de impulsión en régimen permanente.</p> <p>Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p> <p>Introducir al estudiante los conceptos básicos de los transitorios en tuberías.</p>	

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

<p>Flujo en lámina libre</p>	<p>Dedicación: 86h 24m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 19h Grupo mediano/Prácticas: 9h Grupo pequeño/Laboratorio: 8h Aprendizaje autónomo: 50h 24m</p>
<p>Descripción:</p> <p>Tipo de cauces. Tipo de flujo en lámina libre. Distribución de velocidades. Coeficientes de Coriolis y Boussinesq. Distribución de presiones</p> <p>Concepto de régimen uniforme. Ecuación de Manning. Determinación del coeficiente de Manning</p> <p>Concepto de energía específica. Curvas y-EO por Q dado. Curvas y-Q para EO dada. Correspondencia entre ambas curvas. Concepto de régimen crítico y sección de control. Significado físico de régimen lento y rápido.</p> <p>Concepto de resalto hidráulico. Concepto de fuerza específica. Fuerza específica mínima. Fórmula de Belanger. Resalto en canales no prismáticos ni rectangulares. Resalto ahogado y forzado</p> <p>Flujo gradualmente variado en canales prismáticos. Ecuación de las curvas de remanso. Definición de canales M, S, C, H o A. Curvas tipo M</p> <p>Flujo gradualmente variado en canales prismáticos. Curvas tipo S, C, H y A.</p> <p>Sesión práctica de algún ejercicio que permita trabajar el análisis del perfil de la lámina de agua en canales prismáticos.</p> <p>Resolución numérica del flujo gradualmente variado. Step Method directo e inverso</p> <p>Localitació los resaltes. Hipótesis del flujo rápidamente variado.</p> <p>Modificación del ancho de un canal, expansiones y contracciones bruscas. Canal Venturi</p> <p>Elevaciones de solera. Diseño de transiciones expansiones y contracciones graduales</p> <p>Sesión práctica de algún ejercicio que permita discutir el comportamiento hidráulico de canales con modificaciones repentinas de su geometría</p> <p>Visión general del modelo de cálculo HECRAS</p> <p>Visión general del modelo de cálculo HEC-RAS</p> <p>Orificios y desagüe bajo compuerta</p> <p>Caída libre. Aliviaderos de labio fin de sección rectangular</p> <p>Aliviaderos de labio fin de sección triangular. Aliviaderos de labio grueso. Perfiles estrictas.</p> <p>Diseño de canales, concepto de sección hidráulicamente eficiente, velocidades más adecuadas, resguardo</p> <p>Sesión práctica para discutir el análisis de estructuras de aforo.</p> <p>Teoría de modelos. Concepto de Semejanza. Semejanza geométrica, cinemática y mecánica. Semejanza de Froude. Efectos de escala.</p> <p>Conceptos básicos. Ecuaciones de Saint Venant.</p> <p>Objetivos específicos:</p>	

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

Establecimiento de los conceptos de básicos de flujo en canales.

Entender el concepto de régimen uniforme y su cálculo.

Familiarización con el concepto de energía específica y discusión del significado de régimen lento y rápido

El estudiante ha de asimilar el concepto de resalto hidráulico, cuando se podrá dar y cómo se puede calcular.

Familiarización con las tipologías de canales prismáticos en función de la pendiente, geometría y caudal circulante. Descripción cualitativa del perfil de la lámina de agua.

Descripción del perfil de la lámina de agua por canales tipo S, C, H y A. Se planteará desde un punto de vista práctico a partir de la resolución de ejercicios.

Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.

Introducir al estudiante en las metodologías de cálculo más usuales del perfil de la lámina de agua, a partir de la resolución de la ecuación de la energía.

Continuación de la sesión 21 una vez se han introducido los conceptos necesarios para entender la discusión de la localización práctica de un resalte hidráulico a lo largo de un canal.

familiarizar al estudiante con el comportamiento hidráulico de cambios repentinos en la geometría de un canal.

Discusión en base a las curvas de energía específica.

familiarizar al estudiante con el comportamiento hidráulico de cambios repentinos en la geometría de un canal.

Discusión en base a las curvas de energía específica.

Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.

Introducir al estudiante la herramienta de cálculo en lámina libre HECRAS. La sesión práctica se llevará a cabo en una sala de ordenadores.

Introducir al estudiante la herramienta de cálculo en lámina libre HECRAS. La sesión práctica se llevará a cabo en la sala de ordenadores.

Introducir al estudiante las metodologías básicas para la determinación del caudal en un canal.

Introducir al estudiante las metodologías básicas para la determinación del caudal en un canal.

Introducir al estudiante las metodologías básicas para la determinación del caudal en un canal.

Introducción de los criterios fundamentales para el diseño de canales

Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.

Planteamientos de los conceptos fundamentales desde un punto de vista práctico de la teoría de modelos reducidos mediante la visita a los Laboratorios de la Sección de Ingeniería Hidráulica e Hidrológica de la UPC

Introducir al estudiante nociones básicas sobre régimen variable en lámina libre

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

<p>Hidrología superficial</p>	<p>Dedicación: 72h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 15h Grupo mediano/Prácticas: 9h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Aprendizaje autónomo: 42h</p>
<p>Descripción:</p> <p>Ciclo hidrológico. Concepto de cuenca. Descriptores de cuenca. Tiempo de concentración. Conceptos de medida de precipitación. Intensidad. Formación de lluvias. Tipos de lluvia: frontal, orográfica y convectiva.</p> <p>Diseño asociado al concepto de riesgo. Período de retorno. Obtención de curvas IDF. IDF sintética. Hietogramas sintéticos: método los bloques alternados</p> <p>Pérdidas por Intercepción. Evapotranspiración. Pérdidas por almacenamiento en depresiones</p> <p>Pérdidas por infiltración. Método de Horton, método lineal, método del índice Fi. Método del SCS del número de curva</p> <p>Sesión práctica de algún ejercicio que permita trabajar la determinación de la precipitación neta</p> <p>Concepto de hidrograma unitario. Hipótesis fundamentales</p> <p>Hidrograma unitario de Clark. Hidrograma unitario del SCS. Hidrograma unitario para una duración de lluvia D' a partir del de duración D.</p> <p>Aplicación práctica del concepto de hidrograma unitario</p> <p>Concepto de propagación en cauces y en embalses. Concepto de laminación. Método de Muskingum. Método de impulso modificado</p> <p>Aplicación práctica de los métodos clásicos de propagación de avenidas</p> <p>Introducción al modelo de cálculo "Hidrológico Modelling System" (HMS)</p> <p>Introducción al modelo de cálculo "Hidrológico Modelling System" (HMS)</p> <p>Método racional. Limitaciones de aplicación. Recomendaciones de la "ACA"</p> <p>Discusión de casos reales sobre la obtención de hidrogramas de avenida en cuencas naturales</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Introducir la hidrología superficial en el contexto de la asignatura. Repasar y plantear algunos de los conceptos básicos</p> <p>Plantear conceptos básicos sobre la formación de lluvias y su medida.</p> <p>Planteamiento del concepto básico en ingeniería de período de retorno y su aplicación en la caracterización de precipitaciones para el diseño de infraestructuras hidráulicas</p> <p>Planteamiento del concepto básico en ingeniería de periodo de retorno y su aplicación en la caracterización de precipitaciones para el diseño de infraestructuras hidráulicas</p> <p>Discusión de los diferentes procesos que provocan pérdidas en la precipitación en su proceso de transformarse en escorrentía</p> <p>Discusión de los diferentes procesos que provocan pérdidas en la precipitación en su proceso de transformarse en escorrentía</p> <p>Relacionar los conceptos teóricos con la práctica de la ingeniería.</p> <p>Discusión sobre el método de transformación de lluvia en escorrentía del hidrograma unitario, fundamental en la hidrología superficial clásica</p> <p>Definición de los hidrogramas unitarios sintéticos clásicos.</p> <p>Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p> <p>Planteamiento de los conceptos de propagación y laminación y las diferentes metodologías para cálculo</p> <p>Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p> <p>Familiarización con la herramienta de cálculo, de uso libre, en hidrología superficial</p> <p>Familiarización con la herramienta de cálculo, de uso libre, en hidrología superficial</p> <p>Aplicación práctica del método racional, método simplificado para la obtención de caudales punta.</p> <p>Relacionar los conceptos teóricos con la práctica ingenieril.</p>	



## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

---

### Sistema de calificación

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continuada. La evaluación continua consiste en hacer diferentes actividades, tanto individuales como de grupo, de carácter aditivo y formativo, realizadas durante el curso (dentro del aula y fuera de ella).

Las pruebas de evaluación constan de una parte con cuestiones sobre conceptos asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en cuanto al conocimiento o la comprensión, y de un conjunto de ejercicios de aplicación.

La calificación final es la media ponderada:  $NF = 0.7 \cdot NA + 0.7 \cdot NP$  donde NA es la nota media obtenida en los ejercicios de evaluación periódica, NP es la nota media obtenida en los ejercicios prácticos realizados. El estudiante también llevará a cabo algunas actividades dirigidas que se evaluarán y de las que se obtendrá una nota media (NT). Esta nota repercutirá en la nota final (NF), como máximo en un punto adicional.

Criterios de calificación y de admisión a la reevaluación: Los alumnos suspensos en evaluación ordinaria que se hayan presentado regularmente a las pruebas de evaluación de la asignatura tendrán opción a realizar una prueba de reevaluación en el periodo fijado en el calendario académico. La calificación máxima en el caso de presentarse al examen de reevaluación será de cinco. En el caso de ausencias justificadas durante el periodo de evaluación ordinaria que hayan impedido realizar exámenes de parte de los contenidos de una asignatura, y con aprobación previa del Jefe de Estudios de la titulación, el alumno podrá recuperar en el examen de reevaluación tanto aquella parte de la asignatura que no ha sido previamente evaluada como aquella que haya sido suspendida. La limitación en la calificación máxima no se aplicará a las partes evaluadas por primera vez.

### Normas de realización de las actividades

Si no se realiza alguna de las actividades de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

## 250336 - HIDHID - Hidráulica e Hidrología

### Bibliografía

#### Básica:

- Sánchez-Juny, M.; Bladé, E.; Puertas, J. Hidráulica. Barcelona: Edicions UPC, 2005. ISBN 84-8301-821-7.
- Sotelo, G. Hidráulica general: vol. 1: fundamentos. México: Limusa, 1974. ISBN 968-18-0503-8.
- Munson, B.R.; Young, D.F.; Okiishi, T.H. Fundamentos de mecánica de fluidos. México: Limusa-Wiley, 1999. ISBN 968-18-5042-4.
- Puertas, J.; Sánchez-Juny, M. Hidráulica. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. ISBN 84-380-0206-4.
- Chanson, H. The hydraulics of open channel flow: an introduction: basic principles, sediment motion, hydraulic modelling, design of hydraulic structures. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2004. ISBN 0-7506-5978-5.
- Naudascher, E. Hidráulica de canales: diseño de estructuras. México: Limusa-Noriega, 2000. ISBN 968-18-5891-3.
- Nanía, L.S.; Gómez, M. Ingeniería hidrológica. 2a ed. Granada: Grupo Editorial Universitario, 2006. ISBN 8484916367.
- Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. Hidrología aplicada. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, 1994. ISBN 958-600-171-7.

#### Complementaria:

- W. Viessman. Introduction to Hydrology. Harper and Row, 1989.
- Streeter, V.; Wylie, E. B.; Bedford, K.. Mecánica de fluidos. McGrawHill, 1998. ISBN 958-600-987-4.
- K. Subramanya. Engineering Hydrology. McGraw Hill, 1997.