




Universidad de Valladolid

## GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL

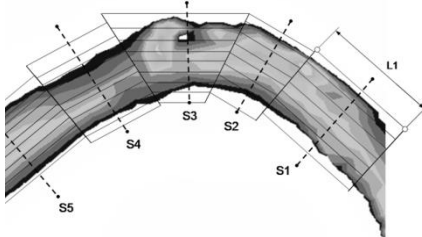
## SEGUNDO

## HIDRÁULICA FORESTAL

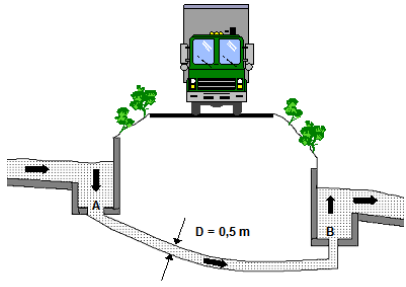
1. DATOS DESCRIPTIVOS							
<b>Asignatura</b>							
<b>Nombre</b>	Hidráulica Forestal			<b>Código</b>	42164	<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Curso</b>	2	<b>Periodo</b>	Anual	<b>Créditos ECTS</b>		<b>Grupos</b>	
<b>Departamento</b>	Ingeniería Agrícola y Forestal			<b>Total</b>	<b>Horas</b>	<b>Teoría</b>	<b>Semin</b>   <b>Práctica</b>
<b>Área</b>	Ingeniería Agroforestal			6	60	2	2   4
<b>Idioma</b>	Español (glosario en Inglés)			<b>Campus Virtual</b>		Moodle	
<b>Profesorado</b>							
<b>Responsable</b>	Andrés Martínez de Azagra			<b>Categoría</b>	CAEU		
<b>Formación</b>	Doctor Ingeniero de Montes						
<b>Departamento</b>	Ingeniería Agrícola y Forestal			<b>Área</b>	Ingeniería Agroforestal		
<b>Despacho</b>	ADO.12	<b>Teléfono</b>	979108358		<b>Correo-e</b>	amap@iaf.uva.es	
<b>Tutoría Presencial</b>				<b>Tutoría Virtual</b>			
Individual: se indicará el primer día de clase							
<b>Colaborador</b>	Juan Manuel Díez Hernández			<b>Categoría</b>	CDOC		
<b>Formación</b>	Doctor Ingeniero de Montes						
<b>Departamento</b>	Ingeniería Agrícola y Forestal			<b>Área</b>	Ingeniería Agroforestal		
<b>Despacho</b>	ADO.10	<b>Teléfono</b>	979108369		<b>Correo-e</b>	jmdiez@iaf.uva.es	
<b>Tutoría Presencial</b>				<b>Tutoría Virtual</b>			
Individual: se indicará el primer día de clase							
<b>Adaptaciones a los alumnos extranjeros</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Se ofrece la posibilidad de tutorías en inglés y se facilita bibliografía en tal idioma.</li> <li>⊕ Evaluación opcional de la asignatura en idioma inglés.</li> </ul>							
2. IMPORTANCIA EN EL PLAN DE ESTUDIOS							
<b>Bloque Formativo</b>							
Pertenece al módulo común (MC), e integra la materia de Ingeniería del medio forestal (M9). Persigue la formación en los ámbitos de la Hidrostática y la Hidrodinámica, adecuada para el diseño de obras hidráulicas y la elaboración de estudios en el medio natural que competen al Ingeniero Forestal. Todo ello sustentado en el conocimiento teórico-práctico actualizado y en el manejo de software.							
<b>Perfil Profesional</b>							
Por su carácter transversal, esta asignatura favorece dos campos de conocimientos principales de la titulación (CIN/324/2009): 1) técnicas de protección del medio forestal, de restauración hidrológico-forestal y de conservación de la biodiversidad; e 2) hidráulica, construcción, electrificación, caminos forestales y mecanización para la gestión y conservación de sistemas forestales. Entre los variados ámbitos de actuación profesional destacan: 1) ordenamiento y gestión integral de cuencas hidrográficas; 2) planificación hidrológica; 3) actuaciones de conservación y restauración fluvial; 4) diseños de abastecimiento hídrico; 5) corrección de torrentes, etc. Algunos destinos profesionales son los siguientes: organismos públicos (Confederaciones Hidrográficas, servicios medioambientales autonómicos o estatales, etc.), empresas de estudios y/o proyectos, Investigación, y docencia.							
<b>Interrelación con otras asignaturas</b>							
La asignatura se basa en los contenidos de materias del módulo básico en primer curso: Física, Matemáticas y computación, Biología, y Edafología-Climatología. La asignatura Ecología es impartida simultáneamente a la Hidráulica, y la complementa en los temas de Ecohidráulica. Las competencias adquiridas asentarán el aprendizaje de la asignatura obligatoria de 3 <sup>er</sup> curso Hidrología Forestal y recuperación de espacios degradados. También los de la asignatura optativa Hidrología de conservación. Las capacidades desarrolladas por el alumno podrán ser aplicadas en su Trabajo Fin de Grado y/o la Práctica en Empresa.							
<b>Conocimientos previos y recomendaciones</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Asignaturas: Matemáticas y computación; Física; Biología; y Edafología-climatología.</li> <li>💻 Se utiliza Campus Virtual y software técnico. El alumno puede trabajar en clase con su propio portátil.</li> <li>📄 El software utilizado en las tareas es de libre distribución para los alumnos.</li> </ul>							

3. DESARROLLO DE COMPETENCIAS		
<b>Generales</b>		
<p>► <b>Instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G1: Conocer los elementos básicos del ejercicio profesional.</li> <li>- G2: Saber y aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>- G3: Ser capaz de analizar y sintetizar.</li> </ul> <p>► <b>Personales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G8: Gestionar la información.</li> <li>- G17: Aprender de forma autónoma tanto de manera individual como cooperativa.</li> <li>- G15: Demostrar un razonamiento crítico.</li> </ul> <p>► <b>Sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- G24: Comprometerse con los temas medioambientales.</li> <li>- G16: Tener un compromiso ético.</li> </ul>		
<b>Específicas</b>		
⇒ Orden CIN/324/2009: C2 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de Hidráulica Forestal.		
<p>▣ <b>Conocimientos (saber)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deducir la relevancia de las propiedades de los líquidos en el ámbito forestal.</li> <li>- Explicar el comportamiento de los líquidos en reposo.</li> <li>- Relacionar los diferentes elementos de diseño de un dique forestal.</li> <li>- Identificar los efectos ecológicos de proyectos hidráulicos en el ecosistema fluvial.</li> <li>- Elegir técnicas adecuadas para aforar conducciones abiertas en diferentes escenarios.</li> <li>- Reconocer la importancia del régimen natural de caudales y de la conectividad física en un río.</li> <li>- Describir el movimiento de líquidos en conducciones cerradas y en conducciones abiertas.</li> <li>- Definir condiciones de funcionamiento para bombas hidráulicas y turbinas.</li> </ul> <p>▣ <b>Destrezas (saber hacer)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar el efecto de la presión hidrostática sobre superficies planas y curvas.</li> <li>- Proyectar diques forestales de gravedad.</li> <li>- Identificar los efectos ecológicos de diferentes actuaciones hidráulicas en el ecosistema fluvial.</li> <li>- Orientar estudios de caudal ecológico y diseños de pasos para peces.</li> <li>- Diseñar conducciones forzadas sencillas en régimen permanente.</li> <li>- Elegir equipos de bombeo y turbinas.</li> <li>- Aforar conducciones abiertas y tuberías.</li> <li>- Diseñar conducciones abiertas en régimen permanente.</li> <li>- Manejar programas informáticos para las finalidades anteriores.</li> <li>- Manipular equipos de laboratorio para describir condiciones de hidrostática y de hidrodinámica.</li> </ul> <p>▣ <b>Actitudes y valores (saber ser)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participar con eficacia en exposiciones y debates.</li> <li>- Trabajar en equipo.</li> <li>- Adoptar un planteamiento analítico y crítico sobre aspectos técnicos medioambientales.</li> <li>- Reforzar una ética profesional cuya finalidad sea el bienestar de la sociedad.</li> </ul>		
4. OBJETIVOS		
<b>Objetivos del título desarrollados</b>		
Adquirir capacidad para aplicar los principios de Hidráulica en los ámbitos de la gestión y conservación de sistemas forestales, y en el uso de técnicas de restauración hidrológico forestal.		
<b>Objetivos generales</b>		
<p>↘ Ofrecer al futuro profesional las bases teórico-prácticas y las herramientas informáticas que le permitan diseñar con eficacia: diques forestales, conducciones forzadas sencillas, conducciones abiertas, y medidas de conservación fluvial básicas.</p> <p>↘ Comprender los principios fundamentales de la Hidrostática y de la Hidrodinámica para favorecer el aprendizaje de métodos y técnicas utilizados en los estudios y proyectos de ingeniería en el medio forestal.</p>		
5. CONTENIDOS		
<b>Bloque temático 1: Hidrostática</b>		
Duración	CUAT 1: Semanas 1-11	2 ECTS (20h)
Sumario	<p>El alumno actualiza sus conocimientos sobre las propiedades de los fluidos, con énfasis en el agua. Aprende diferentes métodos para calcular los empujes hidrostáticos sobre superficies planas y curvas, e integrarlos en los problemas de estática. Como aplicación específica del ámbito forestal, aborda el diseño de diques forestales para la corrección de torrentes. El alumno practica el cálculo informatizado de diques, y adopta una perspectiva realista y sugestiva de esta importante parcela profesional.</p>	

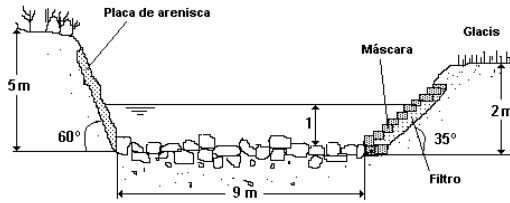
Temas	<p><b>1. Introducción: Propiedades de los fluidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicaciones de la Hidráulica en el ámbito forestal.</li> <li>- Propiedades físicas de los fluidos: densidad absoluta y relativa, peso específico, compresibilidad (módulo de elasticidad volumétrica), viscosidad (ecuación de Newton, coeficientes de viscosidad cinemática y dinámica), tensión superficial (ecuaciones de Laplace y Jurin), presión absoluta y relativa, tensión de vapor.</li> </ul> <p><b>2. Hidrostática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecuación general de la Hidrostática.</li> <li>- Equilibrio de un líquido incompresible sometido al campo gravitatorio.</li> <li>- Diagrama de presiones relativas y absolutas: utilidad.</li> <li>- Instrumentación de medida de presiones.</li> <li>- Empuje hidrostático sobre superficies planas. Centro de presiones.</li> <li>- Empuje hidrostático sobre superficies curvas. Método de Poincaré.</li> <li>- Principio de Arquímedes. Flotación.</li> </ul> <p><b>3. Diseño de Diques Forestales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento de una restauración hidrológico-forestal: procesos de una cuenca degradada y medidas de conservación y recuperación.</li> <li>- Principios básicos de dinámica fluvial: ríos, torrentes, y medidas de corrección.</li> <li>- Obras de corrección longitudinal y transversal.</li> <li>- Diques forestales: tipología y etapas de funcionamiento.</li> <li>- Diques de gravedad: hipótesis de cálculo, y análisis de sollicitaciones.</li> <li>- Elementos de diseño de un dique de gravedad y criterios constructivos.</li> </ul>
Bibliografía básica	<p>Agüera Soriano, J. 1996. <i>Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas</i>. Ed. Ciencia 3. Madrid.</p> <p>Diez Hernández, J.M. 2001. <i>Manual de prácticas de hidráulica forestal</i>. Publicaciones ETSIAA. Universidad de Valladolid. Palencia.</p> <p>López Cadenas de Llano, F. (coordinador). 1998 "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión". TRAGSA-Min. Medio Ambiente. Mundiprensa. Madrid.</p> <p>Martínez de Azagra Paredes. 1990b. Programa DIQ2 para el diseño de diques forestales. ETSIAA-UVA.</p> <p>WEB: Fototeca forestal Española - Hidrología. <a href="http://www.inia.es/fototeca">http://www.inia.es/fototeca</a>.</p>
Bibliografía complementaria	<p>Afif Khouri, E. 2004. <i>Apuntes de hidráulica para explotaciones forestales</i>. Universidad de Oviedo. Oviedo.</p> <p>López Alonso, R. 2004. <i>Problemas resueltos de ingeniería hidráulica forestal</i>. Servicio Publicaciones Universitat de Lleida. Lleida.</p> <p>Suárez Villar, L.M. 1993. <i>Presas de corrección de torrentes y retención de sedimentos</i>. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables de Venezuela.</p>
Dificultades	<p>Delimitación de las superficies y volúmenes de cálculo en el método de Poincaré. Comprensión de las etapas de funcionamiento de un dique, y los escenarios más desfavorables considerados en su diseño.</p>
Glosario	<p>Empuje hidrostático, centro de presiones, dique forestal, Poincaré.</p>

Bloque temático 2: Fundamentos de Ecohidráulica Fluvial		
Duración	CUAT 1: Semanas 12-15	1 ECTS (10h)
Sumario	<p>Se identifican los efectos de las obras hidráulicas en el ecosistema fluvial, así como las actuaciones de restauración y conservación apropiadas. Las bases las cubre el tema 5 de aforos. El alumno adquiere comprensión completa de los efectos de la alteración hidrológica, y relaciona las variables y procesos involucrados en la evaluación de caudales ecológicos. Se aprende el manejo del programa PHABSIM para la simulación del hábitat acuático.</p>	
Temas	<p><b>4. Efectos ecológicos de las obras hidráulicas en los cauces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamiento ecológico de un río natural: zonación, continuidad 3D.</li> <li>- Principales parámetros físicos, químicos y biológicos del ecosistema fluvial.</li> <li>- Efectos de obras civiles en ecosistemas acuáticos: rectificaciones, dragados, encauzamientos, trasvases, embalses, y minicentrales hidroeléctricas.</li> </ul> <p><b>5. Aforo en conducciones abiertas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos básicos: caudal, velocidad media, área mojada, régimen permanente.</li> <li>- Métodos de aforo: flotadores, trazadores, estructuras hidrométricas (vertederos, orificios, compuertas, aforador Parshall), molinetes hidráulicos.</li> <li>- Estaciones de aforo: curvas de calibración, tecnologías manual y automática.</li> </ul> <p><b>6. Evaluación del hábitat fluvial y caudal ecológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización fluvial: inventario de hábitat, hidrotopografía, estudio biológico.</li> <li>- Modelo de hábitat acuático PHABSIM ("Physical Habitat Simulation System").</li> <li>- Determinación de caudales ecológicos con PHABSIM: mínimos y máximos con los criterios de la Instrucción de Planificación Hidrológica (2008).</li> </ul>	
Bibliografía básica	<p>Diez Hernández, J.M. 2000. <i>Metodologías para la estimación de caudales ecológicos</i>. Publicaciones ETSIAA nº 43. Universidad de Valladolid. 96 p.</p> <p>González del Tánago, M. y García de Jalón, D. 2007. <i>Restauración de ríos: guía metodológica para la elaboración de proyectos</i>. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.</p> <p>Web: Programa PHABSIM. USGS-EEUU. <a href="http://www.fort.usgs.gov/products/software/phabsim/">http://www.fort.usgs.gov/products/software/phabsim/</a></p>	

Bibliografía complementaria	Diez Hernández, J.M. 2000. <i>Evaluación de Impacto Ambiental de las Presas</i> . 33 p. Publicaciones ETSIIAA nº 48. Universidad de Valladolid. Palencia. Magdaleno Mas, F. 2005. <i>Caudales ecológicos: conceptos, métodos e interpretaciones</i> . CEDEX – Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España. Martínez Marín, E. 2001. <i>Hidráulica Fluvial: principios y prácticas</i> . Ed. Bellisco, Madrid.
Dificultades	Relacionar adecuadamente los resultados de la simulación hidráulica en un río con los criterios biológicos, para evaluar el hábitat acuático. Utilización del programa PHABSIM en idioma inglés.
Glosario	Ecosistema fluvial, aforo, PHASIM, caudal ecológico.

Bloque temático 3: Flujo en Conducciones Cerradas		
Duración	CUAT. 2: Semanas 1-8	1,5 ECTS (15h)
Sumario	<p>El alumno aprende los criterios y métodos necesarios para el diseño de conducciones cerradas en el ámbito forestal. Después de presentar las bases teóricas del movimiento, el bloque continúa con la estimación de las pérdidas de carga continuas y de las singulares. Se examinan ejemplos prácticos del sector forestal, como el tendido de mangueras contra incendios, suministro a una piscifactoría, etc. El alumno maneja el software FLOWMASTER. Se aborda el problema de la cavitación, y los métodos para evitarla. El conocimiento de las máquinas hidráulicas permite al alumno aplicar los criterios de diseño de una impulsión. Por último, se aprenden nociones de riego con un enfoque forestal.</p> 	
Temas	<p><b>7. Hidrodinámica: fundamentos del movimiento de fluidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio del movimiento: métodos de Lagrange y de Euler.</li> <li>- Variables implicadas en el movimiento de fluidos.</li> <li>- Caracterización del flujo: regímenes permanente – transitorio, uniforme – variado, turbulento – laminar (número de Reynolds), lento – rápidos (número de Froude).</li> <li>- Ecuación de Bernoulli para línea de corriente, y extendida a todo el flujo.</li> <li>- Pérdidas de carga continuas y pérdidas de carga singulares.</li> <li>- Potencia de una corriente. Potencia útil de una turbomáquina.</li> </ul> <p><b>8. Flujo permanente en conducciones cerradas sencillas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimación de pérdidas de carga continuas: Ecuación de Darcy-Weisbach, ecuaciones explícitas e implícitas para calcular el factor de fricción de Darcy-Weisbach para diferentes condiciones de flujo (turbulencia y rugosidad).</li> <li>- Estimación de las pérdidas de carga singulares: ecuación general; determinación de la longitud equivalente; obtención del coeficiente.</li> <li>- Sistemas en serie: depósito con tubería y válvula final; sifón; sifón invertido; impulsión sencilla.</li> <li>- Sistemas en paralelo: ecuaciones que resuelven.</li> <li>- Aforos, regulación de caudales.</li> <li>- Golpe de ariete: tiempo de cierre crítico, tiempo de parada de una bomba, sobrepresión, cierre rápido, cierre lento, métodos para evitarlo.</li> </ul> <p><b>9. Turbomáquinas hidráulicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición y tipos de máquinas hidráulicas.</li> <li>- Tipos de turbinas.</li> <li>- Tipología de bombas hidráulicas.</li> <li>- Curva características de una bomba centrífuga.</li> <li>- Elementos de un sistema de impulsión: alturas geométricas y manométricas.</li> <li>- Curva característica de una impulsión.</li> <li>- Punto de funcionamiento de una conducción. Selección de bomba.</li> <li>- Cavitación en bombas centrífugas: comprobaciones simple y estricta (NPSH).</li> <li>- Acople de bombas: serie y paralelo.</li> </ul> <p><b>10. Riego por aspersión y por goteo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos: tipos de riego, el agua en el suelo, y las dosis de riego.</li> <li>- Riego por aspersión: diseño agronómico, y elementos del sistema.</li> <li>- Riego por goteo: diseño agronómico, y elementos del sistema.</li> </ul>	
Bibliografía básica	<p>Agüera Soriano, J. 1996. <i>Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas</i>. Ed. Ciencia 3. Madrid. Martínez de Azagra Paredes, A. 1990. <i>Problemas prácticos de hidráulica forestal</i>. Servicio de Publicaciones ETSIIAA. Universidad de Valladolid. Palencia. Rodrigo López, J. y Cordero Ordoñez, L. 2002. <i>Riego localizado: programas informáticos</i>. Ed. Mundiprensa. Madrid. Tarjuelo Martín-Benito, J.M. 2005. <i>El riego por aspersión y su tecnología</i>. Ed. Mundiprensa. Madrid. WEB: Programa FLOWMASTER6.1, Haestad Methods: <a href="http://www.haestad.com/">http://www.haestad.com/</a></p>	
Bibliografía complementaria	<p>Pérez García, R., Iglesias Rey, P.L., y Fuertes Miguel, V. 2005. <i>Flujo estacionario de fluidos incompresibles en tuberías</i>. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. Potter, M.C., y Wigger, D.C. 2002. <i>Mecánica de fluidos</i>. Ed. Thomson. México.</p>	

Dificultades	Relacionar los diferentes componentes del balance de energía entre lugares definidos de una conducción cerrada. Comprender los vínculos entre la presión y la velocidad en una tubería.
Glosario	Conducción cerrada, pérdidas de carga, bomba centrífuga, impulsión, riego.

Bloque temático 4: Flujo en Conducciones Abiertas		
Duración	Cuat. 2: Semanas 9-15	1,5 ECTS (15h)
Sumario	<p>Un ámbito importante de la actividad profesional es la restauración fluvial, y en este bloque se explican las bases teórico-prácticas del flujo a lámina libre. Primero aborda el movimiento en canales artificiales, para un régimen permanente y uniforme. El alumno aprende diseñar canales de modo óptimo para distintas finalidades.</p>  <p>Para ese mismo régimen, se particulariza el movimiento en corrientes naturales, para que el alumno sepa relacionar el caudal con las variables del flujo. Con mayor profundidad, un tema trata el flujo permanente variado, y sus aplicaciones a los estudios de restauración hidrológica. El alumno aprende el manejo del software HCANALES3. Por último, se explican las medidas para salvaguardar la conectividad fluvial para la ictiofauna y la permeabilidad de obstáculos.</p>	
Temas	<p><b>11. Flujo en canales artificiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de régimen: criterios de variación temporal y longitudinal.</li> <li>- Secciones transversales típicas y materiales constructivos.</li> <li>- Régimen permanente y uniforme: ecuaciones de Bernoulli, Manning, y Darcy-Weisbach.</li> <li>- Determinación de la sección de máxima eficiencia hidráulica.</li> <li>- Determinación de la sección de mínima infiltración.</li> <li>- Diseño de canales no erosionables.</li> <li>- CD multimedia SEHIDRAC para aprendizaje de flujo a lámina libre.</li> </ul> <p><b>12. Flujo en corrientes naturales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos de dinámica fluvial: tipología de cursos y formas del lecho.</li> <li>- Distribución de velocidad y presión en una sección.</li> <li>- Secciones con geometría compuesta.</li> <li>- Secciones con rugosidad compuesta.</li> <li>- Diseño de medidas de estabilización de cauces: escolleras y bioingeniería.</li> </ul> <p><b>13. Flujo Permanente Variado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimen crítico: energía específica, calado crítico, pendiente crítica.</li> <li>- Régimen rápidamente variado: resalto hidráulico.</li> <li>- Régimen gradualmente variado: curvas de remanso, método del "paso estándar".</li> <li>- Software HEC-RAS.</li> <li>- Aplicaciones: delimitación del Dominio Público Hidráulico, estudios de inundabilidad, y restauración fluvial.</li> </ul> <p><b>14. Pasos para peces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conectividad hidráulica para la ictiofauna.</li> <li>- Capacidades natatorias de los peces.</li> <li>- Pasos para peces: rampas, escalas, ríos artificiales, ascensores, esclusas, etc.</li> <li>- Diseño de escalas: estanques sucesivos.</li> <li>- Criterios de elección del tipo de paso, y condiciones a satisfacer.</li> </ul>	
Bibliografía básica	<p>Chow, V.T. 1994. <i>Hidráulica de canales abiertos</i>. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.                  Martín Vide, J.P. 2007. <i>Ingeniería de Ríos</i>. U. Politècnica Cataluña. Barcelona, España.                  Villón Bejar, 2004. <i>Software SEHIDRAC para el aprendizaje de hidráulica de canales</i>. Ediciones Max Soft. Cartago, Costa Rica.                  Villón Bejar, M. 2006. <i>Software HCANALES 3.0 para el diseño de canales: manual de usuario</i>. Ediciones Max Soft. Cartago, Costa Rica.                  Martínez de Azagra, A. 1999. <i>Escalas para peces</i>. Publicaciones ETSIIAA nº 26. Universidad de Valladolid.                  WEB: Prof. Víctor Ponce. Cálculos de canales abiertos. <a href="http://onlinechannel.sdsu.edu/">http://onlinechannel.sdsu.edu/</a></p>	
Bibliografía complementaria	<p>Martínez Marín, E. 2001. <i>Hidráulica Fluvial: principios y prácticas</i>. Ed. Bellisco, Madrid.                  Villón Bejar, M. 2007. <i>Problemas resueltos de Hidráulica de Canales</i>. Ed. Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.</p>	
Dificultades	Identificar los grados de libertad de cada tipo de flujo. Aplicar las restricciones de diseño.	
Glosario	Canal, río, Manning, rugosidad, uniforme, resalto hidráulico, curva de remanso.	

## 6. METODOLOGÍA DOCENTE

**Fase 1.** Explicación de los contenidos teóricos. Clases expositivas, con apoyo de documentación disponible en Moodle.

**Fase 2.** Resolución ejercicios prácticos: problemas tipo de cada tema. Clases magistrales con libro de texto de problemas (Martínez de Azagra, 1990a).

**Fase 3.** Práctica de cada tema: laboratorio, aula de informática, o seminario, con apoyo de manual de prácticas (Diez Hernández, 2001)

**Fase 4.** Evaluación.

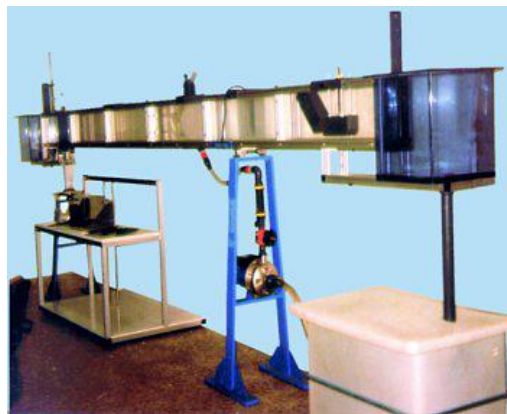
### Prácticas de Laboratorio

- Se realizan en el laboratorio de Hidráulica e Hidrología, utilizando equipos didácticos de laboratorio.
- Se trabaja en grupos de máximo 10 personas con carácter formal durante todo el curso.
- La finalidad es que el alumno observe in situ los fenómenos hidráulicos explicados en el aula. El alumno observa el movimiento del agua en diferentes tipos de conducciones cerradas y abiertas. Los alumnos realizan distintos tipos de mediciones en los equipos didácticos, con la supervisión permanente del profesor (equipamiento delicado).
- Se facilita a los alumnos el “Manual de prácticas de laboratorio de Hidráulica Forestal” (Diez Hernández, 2001).

Nº (Lb)	Contenido
1	Instrumentos de medición de presiones: 1) calibrado de un manómetro; 2) tensiómetro.
2	Empuje hidrostático sobre superficies: 1) planas; y 2) curvas.
3	Aforo en conducciones abiertas. Vertederos de pared delgada (rectangular y triangular) y de pared gruesa. Vertederos sumergidos.
4	Experimento de Reynolds: régimen laminar y régimen turbulento.
5	Comprobación del teorema de Bernoulli.
6	Pérdidas de carga en tuberías – panel de fricción: Determinación experimental de las pérdidas continuas (Coef.Darcy-Weisbach) y de las pérdidas singulares
7	Curvas características de una bomba centrífuga. Acople de bombas en serie y en paralelo.
8	Estudio del funcionamiento de una turbina Pelton
9	Canal de ensayos: funcionamiento. Observación de diferentes flujos, obstáculos, limnímetros, sifones, compuertas, tubo Pitot, etc.
10	Canal de ensayos: estudio de los flujos: 1) permanente uniforme; y 2) permanente variado. Efecto de la rugosidad, y de la pendiente.



Lb6. Panel de fricción: pérdidas de carga



Lb9-10. Canal de ensayo y aforo con vertederos.

### Conferencias

Se plantean 2 conferencias en el curso, una al final de cada cuatrimestre. Se celebrarán aisladas, o bien dentro de una jornada del ámbito agroforestal. Son impartidas por especialistas de la Academia, Administración, o empresa.

### Tutorías ECTS

Una tutoría grupal (1h) en horario regular a mediados de cada cuatrimestre, en los mismos 4 grupos de prácticas.

Objetivo: orientar el desarrollo de las tareas y del estudio.

Lugar: laboratorio de Hidráulica e Hidrología.

**7. EVALUACIÓN**

- La evaluación se realiza mediante una prueba teórico-práctica en cada cuatrimestre.

Instrumentos	Criterios de calidad	Ponderación
Prueba de evaluación teórico-práctica	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dominio de la materia.</li><li>- Precisión en las respuestas.</li><li>- Capacidad resolutive de problemas.</li><li>- Planificación y organización del tiempo.</li></ul>	100 %

**Prueba evaluación**

- El examen incluye dos partes: teoría y ejercicios. La teoría consiste en cuestiones cortas relativas a puntos clave de los contenidos. La práctica enfrenta al estudiante a ejercicios prácticos, que debe resolver aplicando los métodos de cálculo explicados en clase. Para esta parte puede utilizarse un formulario, junto a las tablas y ábacos.
- Para aprobar es necesario obtener al menos 5 puntos sobre 10 en ambas partes.
- En la ponderación la teoría vale 1/3 y los ejercicios los 2/3 restantes.
- Se facilita el modelo de examen resuelto con asignación de puntos (teoría y problemas).