



*Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica*

*UPCT*



# Guía docente de la asignatura: Cálculo avanzado de estructuras marinas

**Titulación:**                      **Master en Ingeniería Naval y Oceánica**

CSV:	Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6	Fecha:	29/01/2019 23:12:52	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6	Página:	1/14	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Cálculo Avanzado de Estructuras Marinas				
<b>Materia*</b>	Cálculo de Estructuras				
<b>Módulo*</b>	Materias de formación específica				
<b>Código</b>	232101011				
<b>Titulación</b>	Máster en Ingeniería Naval y Oceánica				
<b>Plan de estudios</b>	2014				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimstral	<b>Cuatrimestre</b>	2º	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	4,5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	135

\* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	José Alfonso Martínez García		
<b>Departamento</b>	Unidad Predepartamental de Tecnología Naval		
<b>Área de conocimiento</b>	Construcciones Navales		
<b>Ubicación del despacho</b>	Planta baja edificio ETSINO, despacho nº009		
<b>Teléfono</b>	968325454	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	alfonso.martinez@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	lunes de 10 a 12; jueves de 16 a 18; viernes de 9 a 11		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho		

<b>Titulación</b>	Doctor Ingeniero Naval
<b>Vinculación con la UPCT</b>	30 años Profesor de: Fundamentos de la construcción naval; Dibujo naval; Oficina técnica; Programas informáticos navales; Construcción naval en materiales compuestos; Reglamentación en la construcción Naval; Sistemas de construcción de buques y artefactos; Cálculo avanzado de estructuras marinas; Diseño y Cálculo de estructuras navales.
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1988
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	5
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional</b>	5 años en la Empresa Nacional Bazán (factoría de Ferrol) 3 años en proyectos de catamaranes de fibra para acuicultura.
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Cálculo avanzado de estructuras navales es de carácter muy técnico y tiene como objetivos que los alumnos de la Titulación de Máster en Ingeniería Naval adquieran los conocimientos básicos de la profesión relacionados con los métodos más potentes de cálculo de estructuras navales. La parte teórica de la asignatura se complementará con trabajos adecuados de aquellos temas fundamentales para el entendimiento de los métodos de cálculo directo, como el método de los elementos finitos, estático, dinámico y no lineal, y su aplicación al cálculo de estructuras navales.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura aporta a la profesión el conocimiento necesario para la utilización de los métodos más modernos y potentes para el análisis y cálculo de las diferentes estructuras navales.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Esta asignatura tiene relación con las asignaturas del Máster de Ingeniería Naval: Proyecto de buques, Construcción y Reparación de Buques, Proyectos de Plataformas y Artefactos, Construcción de Plataformas y artefactos.

Con las asignaturas del grado de Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistema Marinos: Resistencia de Materiales, Construcción Naval, Proyectos, y Diseño y Cálculo de Estructuras Navales.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Como recomendaciones, se debería cursar teniendo conocimientos de Matemáticas, Física, Construcción Naval, Resistencia de Materiales y Cálculo de estructuras navales.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

Se realizarán tutorías con horarios personalizados que permitan la integración de aquellos alumnos que tengan simultanear el trabajo con los estudios, o con problemas de discapacidad, o estudiantes de intercambio que lo requieran. En la realización de exámenes se tendrán en cuenta las medidas necesarias para salvar posibles contingencias.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB07. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB09. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG01. Capacidad para resolver problemas complejos y para tomar decisiones con responsabilidad sobre la base de los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en materias básicas y tecnológicas aplicables a la ingeniería naval y oceánica, y en métodos de gestión.

CG02. Capacidad para concebir desarrollar soluciones técnica, económica y ambientalmente adecuadas a necesidades de transporte marítimo o integral de personas y mercancías, de aprovechamiento de recursos oceánicos y del subsuelo marino (pesqueros, energéticos, minerales, etc.) uso adecuado del hábitat marino y medios de defensa y seguridad marítimas.

CG03. Capacidad para proyectar buques e instalaciones de todo tipo.

CG04. Capacidad para el proyecto de plataformas y artefactos para el aprovechamiento de recursos oceánicos.

CG15. Capacidad para organizar y dirigir grupos de trabajo multidisciplinares en un entorno multilingüe, y de generar informes para la transmisión de conocimientos y resultados.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

MOB3. Capacidad para modelizar un buque o parte del mismo. Capacidad para diseñar estructuras navales por cálculo directo, y utilizando programas de diseño de las Sociedades de Clasificación

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T04. Utilizar con solvencia los recursos de la información.

T05. Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Cálculo avanzado de estructuras marinas:

- 1.- Fundamentos del método de los elementos finitos
- 2.- Aplicación práctica del método de elementos finitos
- 3.- Aplicación del método de elementos finitos al cálculo de estructuras marinas
- 4.- Reglas estructurales comunes
- 5.- El método de elementos finitos en estructuras marinas en materiales compuestos
- 6.- Análisis dinámico de la estructura por elementos finitos

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Fundamento del método de elementos finitos aplicado a estructuras marinas. Subdivisión de la estructura. Elementos para el análisis y diseño estructural. Modelización del casco. Características de la malla. Modelización de paneles reforzados. Modelización de consolas. Aplicación de cargas. Simetría de estructura y cargas. Análisis modal de la estructura. Características del análisis no lineal.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UD 1.- FUNDAMENTOS DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS.

- 1.- Consideraciones generales del método de elementos finitos.
- 2.- Formulación general del método en análisis estático.
- 3.- Ejemplo de aplicación en una dimensión.
- 4.- Matrices de elementos finitos en elasticidad bidimensional.
- 5.- Generalización de funciones de forma en elasticidad bidimensional.
- 6.- Elementos isoparamétricos.
- 7.- Comportamiento general de los elementos triangulares y rectangulares.
- 8.- Integración numérica en dos dimensiones.
- 9.- Ensamblaje de matrices de rigidez y de vectores de fuerzas nodales.
- 10.- Submodelos y superelementos o subestructuras.

#### UD 2.- FUNDAMENTOS DE LOS PROGRAMAS DE ELEMENTOS FINITOS.

- 1.- Estructura de los programas de elementos finitos.
- 2.- Características de elementos en una, dos y tres dimensiones.
- 3.- Modelización de planchas y paneles reforzados.
- 4.- Submodelización.
- 5.- Programas de elementos finitos específicos para estructuras marinas.

#### UD 3.- APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS A ESTRUCTURAS MARINAS.

- 1.- Consideraciones sobre el modelo estructural.
- 2.- Simetría de estructuras y cargas.
- 3.- Modelización de refuerzos con plancha asociada.
- 4.- Sistemas de malla para la modelización estructural del casco.
- 5.- Representación de uniones y consolas en modelos de anillo.
- 6.- Análisis estático lineal de vigas o barras en 2D y 3D de secciones de barcos.
- 7.- Consideraciones generales sobre la modelización de barcos por elementos finitos.
- 8.- Análisis de resistencia global mediante elementos finitos.
- 9.- Análisis de resistencia local mediante elementos finitos.

#### UD 4.- REGLAS ESTRUCTURALES COMUNES (CSR)

- 1.- Estructura de las CSR.
- 2.- Algunas características del diseño de disposición general.
- 3.- Algunos principios de diseño estructural.
- 4.- Cargas y condiciones de carga.
- 5.- Resistencia longitudinal.
- 6.- Escantillonado local del barco.

#### UD 5.- EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS EN ESTRUCTURAS MARINAS EN COMPOSITES.

- 1.- Características generales de los materiales compuestos.
- 2.- Mecánica de materiales ortotrópicos.
- 3.- Macromecánica del laminado.
- 4.- Obtención de constantes elásticas de una lámina.
- 5.- Análisis de laminados mediante elementos finitos.
- 6.- Pandeo.

#### UD 6.- ANÁLISIS DINÁMICO POR ELEMENTOS FINITOS

- 1.- Definiciones básicas.
- 2.- Tipos de análisis dinámico.
- 3.- Formulación para análisis modal.
- 4.- Formulación para análisis de respuesta en frecuencia o análisis armónico.
- 5.- Formulación para análisis de respuesta transitoria.
- 6.- Características del modelo de elementos finitos.
- 7.- Análisis modal en ANSYS.
- 8.- Análisis armónico en ANSYS.
- 9.- Análisis transitorio en ANSYS.
- 10.- Frecuencias naturales del barco viga.
- 11.- Evaluación aproximada de las frecuencias naturales de la superestructura.
- 12.- Vibraciones provocadas por motores diésel lentos y hélices.
- 13.- Otras vibraciones importantes.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

- PROBLEMAS (presencial convencional): se desarrollarán prácticas en las clases de problemas que constarán de la resolución de ejercicios y cuestiones lo más reales posibles en relación con los conocimientos desarrollados en las clases de teoría. Para ello se utilizarán apuntes y reglamentos.
- PROGRAMAS DE ELEMENTOS FINITOS (presencial convencional): Los alumnos aprenderán a manejar programas de elementos finitos realizando modelización de placas, paneles reforzados y de bloques de casco. Programas: MEFI, ELAS2D, ANSYS, RAMSERIES.


### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y

CSV:	Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6		Fecha:	29/01/2019 23:12:52	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6">https://validador.upct.es/csv/Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6</a>		Página:	7/14	

salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### UD 1.- FUNDAMENTALS OF THE FINITE ELEMENT METHOD.

- 1.- General considerations regarding the finite element method.
- 2.- General formulation of the method in static analysis.
- 3.- Example in one dimension.
- 4.- Element matrices in bidimensional elasticity.
- 5.- Generalization of shape functions in bidimensional elasticity.
- 6.- Isoparametric elements.
- 7.- General properties of triangular and rectangular elements.
- 8.- Numerical integration in two dimensions.
- 9.- Assembly of stiffness matrices and equivalent nodal forces.
- 10.- Submodels and superelements or substructures.

### UD 2.- FUNDAMENTALS OF FINITE ELEMENT METHOD PROGRAMS.

- 1.- Structure of the finite elements programs.
- 2.- Element types in one, two and three dimensions.
- 3.- Modeling examples of plates and stiffened panels.
- 4.- Submodelling.
- 5.- Specific finite elements programs applied to marine structures.

### UD 3.- APPLICATION OF FINITE ELEMENT METHOD TO MARINE STRUCTURES.

- 1.- Considerations regarding the structural model.
- 2.- Symmetry of structure and loadings.
- 3.- Modeling of beams attached to plating.
- 4.- Mesh system for hull structural modelling.
- 5.- Modelling of joints and brackets in structural rings.
- 6.- Static lineal analysis of beams in 2D and 3D models of hull sections.
- 7.- General considerations about ships modelling using finite element method.
- 8.- Global resistance analysis of hulls using finite element method.
- 9.- Local resistance analysis using finite element method.

### UD 4.- COMMON STRUCTURAL RULES (CSR)

- 1.- CSR general aspects.
- 2.- Some general arrangement design characteristics.
- 3.- Some structural design principles.
- 4.- Loads and load cases.
- 5.- Hull girder strength.
- 6.- Hull local scantling.

### UD 5.- FINITE ELEMENT METHOD IN MARINE COMPOSITES STRUCTURES

- 1.- Characteristics of finite elements analysis of laminates.
- 2.- Orthotropic materials micromechanics.
- 3.- Macromechanics of laminates.
- 4.- Ply mechanics.
- 5.- Strength of laminates using finite elements.
- 6.- Buckling.

### UD 6.- DYNAMICS ANALYSIS USING FINITE ELEMENT METHOD.

- 1.- Basic concepts of dynamics analysis.



- 2.- Dynamics analysis types.
- 3.- Formulation for modal analysis.
- 4.- Formulation for frequency response analysis.
- 5.- Formulation for transient response analysis.
- 6.- Finite element modelling characteristics.
- 7.- Modal analysis in ANSYS.
- 8.- Frequency response analysis in ANSYS.
- 9.- Transient response analysis in ANSYS.
- 10.- Natural frequencies of hull girder.
- 11.- Approximate evaluation of superstructure natural frequencies.
- 12.- Diesel engine and propeller excitation.
- 13.- Other important excitations.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los objetivos de la asignatura se han agrupado en 6 unidades didácticas:

### UD 1.- FUNDAMENTOS DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Con esta unidad didáctica se consigue el objetivo del resultado 1 del aprendizaje. El alumno aprenderá en primer lugar las bases teóricas en las que está basado el método de los elementos finitos y por qué es adecuado para el cálculo de estructuras navales. Este conocimiento le permitirá modelizar lo más realmente posible, una estructura naval con los elementos adecuados.

### UD 2.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Con esta unidad didáctica se consiguen los objetivos del resultado 2 del aprendizaje, como base para los objetivos 3 a 6. El alumno aprenderá a modelizar estructuras sencillas que pertenecen parte de estructuras navales. Para conseguir el objetivo 2 es fundamental la realización de prácticas con programas de elementos finitos.

### UD 3.- APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS A ESTRUCTURAS MARINAS.

Con esta unidad didáctica se consigue el objetivo del resultado 3 del aprendizaje. Esta asignatura introduce al alumno al cálculo directo de estructuras navales como método actual más potente para el cálculo de estas estructuras. Aprenderá cómo imponer las cargas y condiciones de contorno con las que conseguir que los resultados obtenidos sean válidos por su mayor aproximación a la realidad. Para conseguir el objetivo 3 es recomendable la utilización de algún programa de elementos finitos específico, de los utilizados por las Sociedades de Clasificación.

### UD 4.- REGLAS ESTRUCTURALES COMUNES (CSR)

En esta unidad didáctica se consigue el objetivo del resultado 4 del aprendizaje. El alumno aprenderá los contenidos de las reglas estructurales comunes de la IACS aplicadas a graneleros y petroleros. Aprenderá como se modelizan por elementos finitos este tipo de barcos, los escenarios y situaciones de carga a los que hay que someterlos para comprobar que el escantillonado obtenido por reglamento resiste las peores condiciones a las que se van a ver sometidos durante su vida útil.


### UD 5.- EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS EN ESTRUCTURAS MARINAS EN MATERIALES

### COMPUESTOS.

Con esta unidad didáctica se consigue el objetivo del resultado 5 del aprendizaje. El alumno aprenderá cómo se formulan los elementos finitos para aplicarlos a un material no isotrópico, introduciendo las propiedades de los laminados capa a capa, o mediante las matrices constitutivas.

### UD 6.- ANÁLISIS DINÁMICO POR ELEMENTOS FINITOS.

Con esta unidad didáctica se consigue el objetivo del resultado 6 del aprendizaje. Las estructuras navales requieren el estudio de las frecuencias globales y locales de vibración para evitar las resonancias con fuerzas dinámicas. El alumno aprenderá los aspectos teóricos de la dinámica de estructuras y sus particularidades en las estructuras marinas.

CSV:	Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6	Fecha:	29/01/2019 23:12:52	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6">https://validador.upct.es/csv/Pwc1MQkvUPVtH5MD4D2q64Up6</a>	Página:	10/14	

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de Teoría	Clase expositiva mediante técnicas de aprendizaje activo durante el desarrollo de la exposición. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los aspectos de mayor complejidad y relevancia.	Presencial: Toma de apuntes y resolución con los compañeros de las cuestiones planteadas por el profesor.	24
		No presencial: Estudio personal del estudiante.	54
Clases de Problemas	Se resolverán problemas tipo. Se referenciarán los conceptos teóricos utilizados en la resolución de dichos ejercicios. Se motivará al estudiante para que participe de forma activa.	Presencial: Resolución de los ejercicios con ayuda del profesor.	9
		No presencial: Resolución por parte del estudiante de problemas propuestos por el profesor.	
Prácticas Aula Informática	Se realizarán prácticas con programas de estructuras navales.	Presencial: Resolución de prácticas con ayuda del profesor	15
Tutorías	Las tutorías serán con carácter individual para todos los estudiantes matriculados y, estarán especialmente orientadas para aquellos estudiantes que por cuestiones justificadas no pueden asistir regularmente a clase.	Presencial: Planteamiento de dudas y orientación del estudiante en el despacho del profesor.	8
		No presencial: Planteamiento de dudas y orientación del estudiante mediante correo electrónico.	1
Actividades de trabajos/informes individuales/grupo	Se realizarán diferentes trabajos individuales y en grupo durante el curso. Los alumnos deberán realizar un informe en base a los criterios dados.	Presencial:	
		No presencial: Búsqueda y síntesis de información. Cálculos y preparación del trabajo.	15
Actividades de evaluación formativas sumativas y exposición de trabajos	Se realizarán preguntas escrita/oral para valorar de forma general las competencias adquiridas por los estudiantes en los trabajos.	Presencial: Los alumnos expondrán los trabajos. Se realizarán varias preguntas de respuesta breve sobre cuestiones teórico prácticas y se corregirán a continuación como técnica de evaluación de aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.	3
		No presencial:	
Actividades de evaluación	Se realizarán dos pruebas, una de teoría –problemas y otra de prácticas de programa de ordenador para valorar de forma general las competencias adquiridas por los estudiantes.	Presencial: Realización de las pruebas escritas.	6
		No presencial:	
			135

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de Teoría	X	X	X	X	X	X				
Clases de Problemas		X	X	X		X				
Actividades trabajo cooperativo		X	X							
Tutorías	X	X	X	X	X	X				
Actividades de trabajos / informes individuales / grupo		X	X	X						
Actividades de evaluación formativas y exposición de trabajos		X	X	X						
Actividades de evaluación	X	X	X	X	X	X				

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
<b>Resolución de supuestos prácticos, de trabajos individuales y cooperativos</b>	X	X	Contestar a preguntas relativas a los trabajos realizados. Examen práctico o preguntas sobre la modelización de una estructura por ordenador.	10% + 10%	- Modelización por elementos finitos de estructuras que forman parte de estructuras navales.
<b>Según Reglamento de Pruebas de Evaluación Título II art. 5 punto 4 Se realizará una prueba final de carácter global</b>	X	X	Contestar por escrito a 2 o 3 problemas y una o dos cuestiones teórico-prácticas.	80%	- Fundamentos del método de elementos finitos. - Aplicación a la modelización de estructuras navales. - Reglas estructurales comunes. - Cálculo dinámico de la estructura. - Cálculo de estructuras navales en composites.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase de teoría, problemas y prácticas.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo en prácticas.
- Tutorías individuales.
- Presentación de trabajos.
- Pruebas escritas y en ordenador.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

Apuntes de la asignatura facilitados por el profesor

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Bathe, Klaus-Jürgen. "Finite Elements Procedures for Solid and Structures". MITOPENCOURSEWARE, Massachusetts Institute of Technology.
- Bathe, Klaus-Jürgen. "Finite Elements Procedures". 2ª ed. 2014.
- Hughes, Owen F., "Ship Structural Design". SNAME 1988.
- Hughes, Owen F., Paik, Jeom K., "Ship Structural Analysis Design". SNAME 2010.
- Barbero, Ever. "Finite Elements Method in Composites Material". Ed. CRC Press 2014.
- Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers. IACS. 2018.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Programas de elementos finitos:

- MEFI. Universidad Politécnica de Cartagena
- ANSYS. ANSYS INC., USA.
- ELAS2D, CIMNE, BARCELONA.
- RAMSERIES. COMPASS, BARCELONA.