



## Teaching Guide

Identifying Data					2016/17
Subject (*)	NAVAL STRUCTURES 1		Code	730G01125	
Study programme	Grao en Arquitectura Naval				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatoria	6	
Language	SpanishEnglish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Enxeñaría Naval e Oceánica				
Coordinador	Lago Rodriguez, Fernando	E-mail	f.lago@udc.es		
Lecturers	Lago Rodriguez, Fernando	E-mail	f.lago@udc.es		
Web					
General description	<p>La asignatura de Estruturas Navais 01 se divide en tres partes claramente diferenciadas.</p> <p>El objetivo de la primera parte de la asignatura, La Estructura del Buque, es el transmitir al alumno las particularidades del cálculo de las estructuras marinas, frente a otros tipos de estructuras, e introducirle en la práctica del diseño estructural tanto de buques como de todo tipo de unidades destinadas a operar en la agresividad del medio marino. Se presenta el escenario general del diseño de los Sistemas Estructurales Marinos, así como las distintas metodologías aplicables.</p> <p>El principal objetivo de la segunda parte de la asignatura, Reglas de las Sociedades de Clasificación, es enseñar al alumno a manejar la reglamentación de las Sociedades de Clasificación en el ámbito del diseño y cálculo de estructuras, por ser esta una de las actividades más relevantes en el futuro ejercicio de la profesión.</p> <p>Se trata esta segunda parte de la asignatura de una temática eminentemente práctica, donde se introducirá al alumno en el uso de las herramientas informáticas habitualmente empleadas en el sector.</p> <p>De esta segunda parte de la asignatura se derivará el realizar la práctica obligatoria de proponer y escantillonar la Cuaderna Maestra de un buque tipo. Se proporcionará información dimensional general y en base a los conocimientos proporcionados durante la primera parte en cuanto a tipología de estructuras de buques y los proporcionados en la segunda parte en cuanto a herramientas de dimensionamiento el alumno procederá a realizar el diseño.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A8	Coñecemento da ciencia e tecnoloxía de materiais e capacidade para a súa selección e para a avaliación do seu comportamento.
A12	Coñecemento da elasticidade e resistencia de materiais e capacidade para realizar cálculos de elementos sometidos a solicitudes diversas.
A20	Coñecemento das características dos materiais estruturais navais e dos criterios para a súa selección.
A22	Capacidade para o deseño e cálculo de estruturas navais.
A29	Coñecemento dos procesos de construción naval.
A45	Coñecemento dos principais procedementos de conformado, corte e soldadura aplicables á construción naval.
A47	Coñecer a estrutura dun buque e a súa representación.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B4	Traballar de forma autónoma con iniciativa.
B9	Capacidade de integrarse en grupo de traballo.
B10	Actitude orientada á análise.
B11	Actitude creativa.
B14	Manexo de sistemas asistidos por ordenador.
B18	Capacidade de abstracción, comprensión e simplificación de problemas complexos.



C3	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C6	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C7	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C8	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results		
Cálculo y Diseño de Estructuras Complejas en ambientes marinos.	A8	B2	C3
	A12	B4	C6
Procedimientos a seguir a la hora de diseñar una estructura marina.	A20	B9	C7
	A22	B10	C8
	A29	B11	
	A45	B14	
	A47	B18	

## Contents

Topic	Sub-topic
-------	-----------



A) Parte I : Conceptos Generales del Diseño de Sistemas Estructurales Marinos

1.- La Estructura del Buque

1.1.- Aspectos Básicos del Diseño Estructural

1.1.1.- Espiral del Diseño Estructural

1.1.2.- Cálculo Directo frente a Métodos Empíricos

1.1.3.- ¿Por qué las Estructuras Marinas son Complejas?

1.1.4.- Definiciones

1.1.5.- Metodología General del Diseño Estructural

1.2.- Parámetros de Diseño

1.2.1.- Tipos de cargas

1.2.2.- Modos de Fallo

1.2.3.- Tipos de Análisis de Respuesta

1.2.4.- Jerarquía de Tensiones

1.2.5.- Cálculo Probabilístico de Estructuras

1.2.6.- Descripción Estructural de Distintos Tipos de Buques

1.3.- Resistencia Longitudinal: Respuesta de la Viga ? Buque

1.3.1.- Aplicación de la teoría del buque ? viga

1.3.2.- Características Principales de las Curvas de MM.FF: y FF.CC.

1.3.3.- Cargas en Aguas Tranquilas y en Olas

1.3.4.- Tensiones de Flexión en el Buque-Viga

1.3.5.- Resistencia y Rigidez

1.3.6.- Cálculo del Módulo de la Sección Maestra

1.3.7.- Materiales con diferente módulo de elasticidad

1.3.8.- Módulo Mínimo para Evitar el Fallo por Fatiga de la

Viga-Buque

1.3.9.- Tensiones Tangenciales Debidas a Fuerzas Cortantes

1.4.- Tensiones Tangenciales debidas a Fuerzas Cortantes

1.5.- Cálculo de la vida de fatiga de las Estructuras Marinas

1.5.1.- Métodos determinísticos y probabilísticos

1.5.2.- Métodos basados en la distribución a largo plazo y la hipótesis de Palmgren-Miner

1.5.3.- Curvas S-N del DoE para análisis de fatiga y clasificación de las uniones soldadas

1.5.4.- Requerimiento de módulo de la cuaderna maestra para evitar el fallo por fatiga de la viga - buque

1.6.- Resistencia Longitudinal según las Sociedades de

Clasificación

1.6.1.- Envolvente M.F. vertical inducido por las olas. Arrufo y quebranto

1.6.2.- Módulo resistente mínimo. Módulo resistente basado en máxima tensión normal. Momento de inercia mínimo

1.6.3.- Envolvente de la F.C. vertical inducida por las olas. Máxima tensión tangencial

1.6.4.- Modificación de F.C. en aguas tranquilas en buques con carga en bodegas alternas

1.6.5.- Tratamiento de brazolas de escotillas continuas.



Efectividad del material longitudinal entre huecos de escotillas

## 2.- Inestabilidad elástica: Pandeo / Abolladura

### 2.1.- Conceptos Generales de la Inestabilidad Elástica

2.1.1.- Tipos de cargas actuantes sobre los elementos

2.1.2.- Modos de fallo. Estructuras a considerar

2.1.3.- Criterios básicos para evitar el pandeo.

### 2.2.- Métodos de Cálculo Directo

2.2.1.- Pandeo de Columnas

2.2.2.- Pandeo de Placas

### 2.3.- Método del IACS para elementos con tensiones primaria predominantes

2.3.1.- Pandeo de Planchas por Compresión pura

2.3.2.- Pandeo de Planchas por Tensión Tangencial Pura

2.3.3.- Pandeo de Longitudinales por Flexión

2.3.4.- Pandeo de Longitudinales por Flexión y Torsión

combinadas

2.3.5.- Pandeo de las alas y almas de refuerzos primarios y secundarios

2.3.6.- Tensiones de trabajo. Criterio a cumplir.

### 2.4.- Complemento al método del IACS

2.4.1.- Efecto de los aligeramientos en la carga crítica

2.4.2.- Valores mínimos de la inercia de los refuerzos

2.4.3.- Valores mínimos para evitar la abolladura de las almas

2.4.4.- Efecto de tensiones secundarias transversales y tensiones tangenciales combinadas

## B) Parte II : Métodos Generales de Cálculo para el Diseño de Sistemas Estructurales

### 3.- Estructuras de Nudos Fijos y Traslacionales

3.1.- Repaso Conceptos Previos

3.2.- Métodos de Cálculo de Relajaciones Sucesivas

3.2.1.- Estructuras de Nudos No desplazables

3.2.2.- Estructuras de Nudos desplazables

### 4.- Cálculo Matricial de Estructuras

4.1.- Definiciones y Conceptos Básicos

4.2.- Matriz de Rigidez de una Estructura

4.3.- Estructuras Planas de Nudos Articulados

4.4.- Líneas Generales de los Métodos Matriciales

4.5.- Estructuras Planas de Nudos Rígidos



- 4.6.- Emparrillados Planos
- 4.7.- Elemento de Viga Generalizado
- 4.8.- Elementos con extremos no rígid

## 5.- Flexión de Placas y Paneles

- 5.1.- Teoría de las pequeñas deformaciones
  - 5.1.1.- Flexión cilíndrica en placas largas
  - 5.1.2.- Ecuación de flexión de placas
  - 5.1.3.- Condiciones de contorno
  - 5.1.4.- Soluciones para casos básicos
- 5.2.- Combinación de tensiones de flexión y membrana
  - 5.2.1.- Teoría de las grandes deformaciones
  - 5.2.2.- Tensión membranal. Bordes resistentes a la tracción
  - 5.2.3.- Efectos de la deformación inicial
- 5.3.- Diseño de placas basado en una deformación permanente admisible
  - 5.3.1.- Placas sometidas a presión uniforme. Deformación inicial debida a la soldadura
  - 5.3.2.- Placas sometidas a cargas concentradas. Parámetros para describir las cargas
  - 5.3.3.- Placas con cargas en posiciones múltiples. Niveles permisibles de deformación permanente
- 5.4.- Análisis en dominio plástico
  - 5.4.1.- Planteamiento de la solución en régimen plástico
  - 5.4.2.- Fórmulas rígido - plásticas para cargas de presión estática
  - 5.4.3.- Cargas con variación rápida. Macheteo y colisión
  - 5.4.4.- Cargas dinámicas

## C) Parte III : Métodos Específicos para el Diseño de Sistemas Estructurales Marinos

Cambiar el orden y pasar este tema al final

## 6.- Reglas de las Sociedades de Clasificación

- 6.1.- Concepto de Clasificación y Estructura de las Reglas
- 6.2.- Elementos del fondo y doble fondo
  - 6.2.1.- Cálculo de las planchas del fondo, consideraciones de presión y de estabilidad del panel
  - 6.2.2.- Cálculo de planchas del doble fondo, consideraciones de presión, carga local y erosión por la carga
  - 6.2.3.- Longitudinales de fondo y doble fondo
  - 6.2.4.- Varengas y Vagras. Limitaciones generales. Escantillones mínimos. Cálculo directo
- 6.3.- Elementos del forro



- 6.3.1.- Escantillonado por carga local. Consideraciones de presión exterior y eventual presión interior
- 6.3.2.- Comprobación del espesor por fuerza cortante
- 6.3.3.- Cuadernas de bodega y de tanques. Cuadernas de entrepuentes. Reforzado en la zona de proa
- 6.3.4.- Bulárcamas. Función principal, escantillonado
- 6.4.- Cubiertas
  - 6.4.1.- Funciones a desempeñar. Tipos de cargas
  - 6.4.2.- Escantillones de las cubiertas resistentes
  - 6.4.3.- Cubiertas de carga
  - 6.4.4.- Baos y Longitudinales
  - 6.4.5.- Esloras, Baos fuertes y Puntales
- 6.5.- Mamparos Estancos
  - 6.5.1.- Misiones principales
  - 6.5.2.- Distinción entre mamparos estancos y de tanques. Escantillonado de planchas
  - 6.5.3.- Escantillonado de refuerzo primarios y secundarios
  - 6.5.4.- Mamparos corrugados
  - 6.5.5.- El fenómeno de "sloshing".
- 6.6.- Las "Common Structural Rules" (CSR)

## 7.- Aspectos Básicos del Método de los Elementos Finitos

- 7.1.- Introducción
- 7.2.- Fundamentos
- 7.3.- Puntos Primordiales
  - 7.3.1.- Malla y Elementos
  - 7.3.2.- Elementos más habituales
- 7.4.- Elemento Triangular de Tensión Constante
- 7.5.- Elemento Rectangular con Variación Lineal de Deformaciones
- 7.6.- Elemento Rectangular de Tensión Tangencial Constante
- 7.7.- Cuadrilátero y otros Isoparamétricos

## 8.- Aplicación del Método de los EEEF a los Sistemas Estructurales Marinos

- 8.1.- Introducción
- 8.2.- Consideraciones sobre el Modelo Estructural
  - 8.2.1.- Modelización de un Panel Reforzado
  - 8.2.2.- Ortogonalidad y Tamaño de la malla
  - 8.2.3.- Simetría de Estructura y Cargas
  - 8.2.4.- Modelización de Refuerzos Unidos a Planchas
  - 8.2.5.- Elemento de Viga Híbrido
  - 8.2.6.- Modelización de Paneles Reforzados
  - 8.2.7.- Elemento Especial con Refuerzos
  - 8.2.8.- Modelización Estructural de un Módulo de Buque
  - 8.2.9.- Representación de Nudos y Consolas
  - 8.2.10.- Definición y uso de Super elementos



8.3.- Normal Generales sobre Modelización

8.3.1.- Normal Generales sobre Modelización

8.3.2.- Disposición de la Malla

8.3.3.- Utilización de Elementos

8.3.4.- Tipos de Estructuras

8.3.5.- Condiciones de Contorno

8.3.6.- Modelo de 2D

8.3.7.- Ancho Efectivo de Plancha

8.4.- Análisis Modal y Dinámico



## Planning

Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Short answer questions		60	55	115
Supervised projects		0	15	15
Guest lecture / keynote speech		10	0	10
Personalized attention		10	0	10

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

## Methodologies

Methodologies	Description
Short answer questions	Examen teórico/práctico
Supervised projects	Se propondrán problemas prácticos a resolver por parte del alumnado.
Guest lecture / keynote speech	Clases participadas sobre los principales temas

## Personalized attention

Methodologies	Description
Supervised projects	Se encargarán trabajos de diseño/cálculo de estructuras

## Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Supervised projects			20
Short answer questions		Examen teórico/práctico	80
Others			

## Assessment comments

--

## Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (). .</li> <li>- ?Cálculo de Estructuras ? Complemento a los Métodos Tradicionales de Cálculo? ? SAEZ-BENITO- ?Cálculo de Estructuras ? Problemas Resueltos (Volumen I)? ? SAEZ-BENITO (Hay varios volúmenes)- ?Curso de Análisis Estructural ? - CELIGÜETA 1.- ?Ship Structural Design.A rationally-based, computer aided, optimization approach? ? Owen Hughes, Editorial John Wiley &amp; Sons. 2.- ?Ship Structural Design Concepts? ? J.Evans, Editorial Cornell Maritime Press 3.- ?Principles of Naval Architecture ? Vol.I? ? Varios, SNAME 4.- Reglas de las SS.CC.: ABS, DnV, LRS, BV.</li> </ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (). .</li> <li>- (). .</li> <li>1.- ?Finite Element Procedures in Engineering Análisis? ? Bathe2.- ?Finite Element Method? ? Zienkiewicz3.- ?Cálculo de Estructuras por el MEF? ? Eugenio Oñate4.- ?Finite Element Structural Análisis? ? T.Y. Yang</li> </ul>

## Recommendations

<b>Subjects that it is recommended to have taken before</b>
---





MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING/730G01113  
ELASTICITY AND STRENGTH OF MATERIALS/730G01117  
SHIPBUILDING TECHNOLOGY I/730G01124  
SHIPBUILDING/730G01130

**Subjects that are recommended to be taken simultaneously**

COMPUTATIONAL METHODS IN VESSEL PROYECT/730G01143  
3D MODEL OF HULL AND SHIP STRUCTURE /730G01166

**Subjects that continue the syllabus**

NAVAL STRUCTURES 2/730G01126

**Other comments**

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.