



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica

UPCT



⋮

Guía docente de la asignatura:
Inspección y Control de Calidad en
Submarinos

Titulación: Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceánica



1. Datos de la asignatura

Nombre	Inspección y Control de Calidad en Submarinos				
Materia*	Inspección y Control de Calidad en Submarinos				
Módulo*	Materias Optativas				
Código	232102010				
Titulación	Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceánica				
Plan de estudios	2014				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	5º
Idioma	Castellano				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco 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

Profesor responsable	David Antonio Pastor Martínez		
Departamento	Ingeniería de Materiales y Fabricación		
Área de conocimiento	Ingeniería de los Procesos de Fabricación		
Ubicación del despacho	-		
Teléfono	600943211	Fax	
Correo electrónico	dpastor@navantia.es		
URL / WEB	http://www.dimf.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	2º Cuatrimestre: Jueves de 16 a 17h		
Ubicación durante las tutorías	Departamento Ing. Mat. y Fabricación en AHM		

Perfil Docente e investigador	Profesor Asociado		
Experiencia docente	Desde 2007		
Líneas de Investigación	-		
Experiencia profesional	<ul style="list-style-type: none"> • 1997-1998: ESTRELLA DE LEVANTE S.A. y Morales Ingenieros y asociados. Responsable de Mantenimiento • 1998-2006: EN BAZÁN DE CNM Jefe de Mecanizado • 2006-2014: IZAR PROPULSIÓN y ENERGÍA y NAVANTIA SA Jefe de Calidad Propulsión y Energía • 2014-Actualidad: NAVANTIA S.A ASTILLERO CARTAGENA. Calidad Submarinos. Responsable Plan de Inspección Casco Resistente 		
Otros temas de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Master Superior en Prevención de Riesgos Laborales. Especialidades: Seguridad en el trabajo e Higiene Industrial • Inspector de Construcciones Soldadas 		

Profesor	Juan José Hernández Ortega		
Departamento	Ingeniería de Materiales y Fabricación		
Área de conocimiento	Ingeniería de los Procesos de Fabricación		
Ubicación del despacho	2ª Planta. E.T.S.I. Industrial y en despacho de Dirección de Navales		
Teléfono	968325963	Fax	968 32 64 45
Correo electrónico	juanjo.hernandez@upct.es		



URL / WEB	http://www.dimf.upct.es
Horario de atención / Tutorías	1º Cuatrimestre: Lunes de 11.30 a 13.30 (Despacho dirección navales) y Viernes 10 a 12h (Despacho ETSII) 2º Cuatrimestre: Martes de 11 a 13h (Despacho dirección navales) y Viernes 11.30 a 13.30h (Despacho ETSII). Se recomienda comprobar la actualización de estos horarios en el aula virtual o contactar con el profesor previamente por email.
Ubicación durante las tutorías	En el despacho del profesor o en dirección navales. Se aconseja mandar email.

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial por la UPCT
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios (si procede)	3
Líneas de investigación (si procede)	Procesos de fundición por inyección a alta presión. Análisis de uniones soldadas. Proyección térmica.
Nº de sexenios (si procede)	1
Experiencia profesional	
Otros temas de interés	International Welding Engineer (IWE) por el International Institute of Welding. Subdirector de la ETSINO

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de “Inspección y Control de Calidad de Submarinos” es de carácter tanto teórico como práctico y tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceánica adquieran los conocimientos de la profesión relacionados con la inspección de submarinos con el objeto de asegurar la calidad del producto mediante el empleo de técnicas de ensayos e inspección entendida en todos sus ámbitos: Ensayos No Destructivos pertinentes, Controles Dimensionales, Ensayos Destructivos que permitan la validación de los procesos de soldadura utilizados y de las desviaciones encontradas en obra. Asimismo, los alumnos conocerán las peculiaridades de los procesos de soldadura empleados en la construcción. Todo lo mencionado es también aplicable a otra clase de buques de superficie, y es compatible con lo requerido en la reglamentación de Sociedades de Clasificación de Buques. Se clarificarán conceptos de Calidad, y se darán casos prácticos de auditorías de Calidad en empresas de Construcción Naval, incluyendo la gestión por procesos. Asimismo, se fomenta también el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el trabajo en equipo, aprendizaje autónomo y la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Para el desempeño de las funciones propias de esta titulación en el ejercicio profesional y no sólo en el ámbito de construcción de submarinos si no en los restantes ámbitos de



actuación para este perfil profesional, se requieren conocimientos acerca de los principios de control, aseguramiento y gestión de calidad, materiales metálicos, metalurgia, métodos de control dimensional e instrumentos de metrología dimensional, conocimientos de las diferentes técnicas de Ensayos No Destructivos, Ensayos Destructivos y de tecnologías de unión e materiales metálicos por soldadura y otras tecnologías de fabricación.

Las disciplinas que se indican son consideradas totalmente necesarias para una formación integral del alumnado Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceánica. Las salidas profesionales de esta titulación requieren dichos conocimientos necesarios para el diseño, fabricación, inspección de artefactos y plataformas navales.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Las asignaturas de la titulación relacionadas con la objeto de la presente guía docente son las siguientes:

- Cálculo avanzado de estructuras marinas
- Proyectos de buques y sistemas de pesca
- Construcción y reparación de buques
- Introducción al proyecto y construcción de submarinos

Asimismo, también puede resultar de especial utilidad para la realización del Trabajo Fin de Máster.

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

No se consideran

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se deben tener conocimientos de materiales metálicos (acero principalmente), procesos de fabricación (en especial de tecnologías de unión por soldadura) y de metalurgia (asignaturas de Ciencia e Ingeniería de los Materiales). Es deseable tener conocimientos de control y aseguramiento de Calidad y de métodos de ensayo e inspección.

3.6. Medidas especiales previstas

El estudiante que, por sus circunstancias (padecer algún tipo de discapacidad o alguna limitación), pueda necesitar de medidas especiales que requieran adaptar la metodología y el desarrollo de la enseñanza, debe comunicárselo al profesor al inicio del cuatrimestre. Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor, también al inicio del cuatrimestre.



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.

CB08. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

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.

CG05. Capacidad para diseñar y controlar los procesos de construcción, reparación, transformación, mantenimiento e inspección de los ingenios anteriores.

CG08. Capacidad para el análisis e interpretación de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.

CG09 - Capacidad para redactar especificaciones que cumplan con lo establecido en los contratos, los reglamentos y las normas de ámbito naval e industrial.

CG12 - Capacidad para la gestión de la explotación de buques y artefactos marítimos, y de la ingeniería necesaria para su seguridad, operación, apoyo logístico y mantenimiento.

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

MOP5. Capacidad para evaluar, inspeccionar y controlar los procesos de producción en submarinos.

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

T05. Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

T06. Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar el estudio de la asignatura, el alumno será capaz de:

1. Realizar proyectos de mejora de calidad a través de mediciones y análisis. Conocer la



metodología de auditorías de sistemas de calidad en las normas UNE EN ISO 9001 y 9100.

2. Evaluar la viabilidad y fiabilidad de procesos de producción. Establecer indicadores de seguimiento y medición del desempeño de dichos procesos.
3. Establecer y seguir un programa de control de calidad para asegurar un determinado grado de fiabilidad de un conjunto soldado, creando un Programa de Puntos de Inspección que asegure la calidad del producto.
4. Seleccionar el método y técnica de inspección adecuada para un componente soldado conforme a los requerimientos y requisitos aplicables.
5. Interpretar y evaluar indicaciones obtenidas mediante los métodos y técnicas de ensayos no destructivos (Inspección Visual, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Ultrasonidos y Radiografías), según normas y criterios de aceptación para imperfecciones en piezas soldadas.
6. Conocer los requerimientos dimensionales de construcción del submarino y los equipos de medición apropiados.
7. Conocer los Ensayos Destructivos aplicables para la homologación de soldadores y validación de desviaciones de soldadura.
8. Analizar, sintetizar información, trabajar en equipo y exponer oralmente y por escrito un tema relacionado con los procesos de fabricación.

**** 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



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Control de calidad a lo largo de la vida del producto. Viabilidad y fiabilidad de los procesos de producción. Capacidad y medición de procesos. Certificación y requisitos de calidad en la construcción y mantenimiento de elementos soldados. Elaboración y cualificación de procedimientos de soldadura y soldadores según normativa aplicable. Fundamentos, aplicaciones y limitaciones de los ensayos no destructivos. Inspección y ensayo de uniones soldadas. Normas, códigos y especificaciones técnicas establecidas por las Sociedades de Clasificación.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad Didáctica I: Proceso de construcción el submarino, planificación de la calidad y procesos de soldadura.

- Tema 1. Fases de un programa de control de calidad. Programa de puntos de inspección.
- Tema 2. Certificación y requisitos de calidad en la construcción y mantenimiento de elementos soldados (UNE-EN ISO 3834).
- Tema 3. Elaboración y cualificación de procedimientos de soldadura y soldadores.

Unidad Didáctica II: Requerimientos aplicables y técnicas de Ensayos No Destructivos y Control Dimensional en la construcción de un submarino.

- Tema 4. Inspección y ensayo de uniones soldadas.
- Tema 5. Requerimientos dimensionales. Técnicas de Control Dimensional y Aparatos de Medida

Unidad Didáctica III: Control y Aseguramiento de la Calidad. Gestión de la Calidad. Gestión por Procesos e indicadores de desempeño. Técnicas de Muestreo.

- Tema 6. Control de calidad a lo largo de la vida del producto. Aseguramiento de la Calidad. Mejora de la Calidad
- Tema 7. Auditorías de calidad conforme a UNE EN ISO 9001 y UNE EN ISO 9100. Gestión por procesos. Seguimiento y mejora mediante indicadores de desempeño.
- Tema 8. Técnicas de muestreo.

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

Práctica 1. Control dimensional en la construcción del casco resistente de un submarino (2 horas).

Práctica 2. Elaboración y cualificación de especificaciones de procedimientos de soldeo y soldadores. Código ASME IX y normativa europea. (4 horas).

Práctica 3. Inspección visual, líquidos penetrantes y partículas magnéticas. Evaluación de indicaciones (2 horas).

Práctica 4. Interpretación radiográfica y ultrasonidos (4 horas).

Práctica 5. Visita a un astillero. Programas de puntos de inspección. Laboratorio de Ensayos Mecánicos y Metalografía (3 horas).



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

Teaching Unit I: the submarine construction process, quality planning and welding processes.

- Lesson 1. Phases of a quality control program. Stage inspection plans.
- Lesson 2. Certification and quality requirements in the construction and maintenance of welded elements (UNE-EN ISO 3834).
- Lesson 3. Preparation and qualification of welding procedures and welders.

Teaching Unit II: Requirements applicable and NDT techniques and Dimensional Control in the construction of a submarine.

- Lesson 4. Inspection and testing of welded joints.
- Lesson 5. Dimensional requirements. Dimensional Control techniques and measuring devices

Teaching Unit III: Control and Quality Assurance. Quality management. Process Management and performance indicators. Sampling Techniques.

- Lesson 6. Quality control throughout the life of the product. Quality Assurance. Quality Improvement
- Lesson 7. Quality audits in accordance with UNE EN ISO 9001 and EN ISO 9100. Process management. Monitoring and improvement through performance indicators.
- Lesson 8. Sampling techniques

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad Didáctica I: Proceso de construcción el submarino, planificación de la calidad y procesos de soldadura.

- Saber establecer y seguir un programa de control de calidad para asegurar un determinado grado de fiabilidad de un conjunto soldado (casco resistente de un submarino o buque), mediante un Programa de Puntos de Inspección.
- Conocer los requerimientos y requisitos de calidad para el fabricante de soldeo que realiza nuevas construcciones o trabajos de reparación.
- Saber elaborar, interpretar y revisar correctamente las especificaciones de un procedimiento de soldeo (WPS), el registro de cualificación de un procedimiento de soldeo (PQR) y el registro de cualificación de un soldador (WPQ)

Unidad Didáctica II: Requerimientos aplicables y técnicas de Ensayos No Destructivos y Control Dimensional en la construcción de un submarino.

- Conocer los métodos y técnicas de ensayos no destructivos (END) para la inspección de uniones soldadas: Inspección Visual, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, Ultrasonidos, Radiografías y otras técnicas de END
- Seleccionar el método y técnica de inspección más adecuada en función de las imperfecciones posibles en las piezas a evaluar. Interpretar las normas y criterios de aceptación para imperfecciones en piezas soldadas.
- Conocer los equipos para la realización de Ensayos No Destructivos
- Conocer los métodos de Control Dimensional necesarios para cumplir los requerimientos dimensionales de la construcción de submarinos.
- Evaluar indicaciones o discontinuidades de acuerdo a la normativa.



- Conocer medidas de seguridad e higiene en la aplicación de las técnicas.
- Conocimiento de equipos de ultrasonidos e interpretación de radiografías de uniones soldadas.

Unidad Didáctica III: Control y Aseguramiento de la Calidad. Gestión de la Calidad. Gestión por Procesos e indicadores de desempeño. Técnicas de Muestreo.

- Distinguir conceptualmente entre control de calidad, aseguramiento de la calidad, gestión de la calidad y mejora de la calidad.
- Saber realizar proyectos de mejora de calidad a través de mediciones y análisis. Comprender la calidad en Diseño, Fabricación y Pruebas.
- Conocer los puntos clave en auditorías de Calidad conforme a los estándares UNE EN ISO 9001 y UNE EN ISO 9100
- Capacidad para acotar parámetros de procesos mediante las técnicas de diseño de experimentos.
- Manejo normas sobre planes de muestreo y ser capaz de analizarlos.



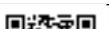
6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	Presencial: Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	18
		No presencial: Estudio de la materia.	30
Clase de problemas y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	12
		No presencial: Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	12
Clase de Prácticas. Sesiones de taller ó laboratorio	Las sesiones prácticas de taller y laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al docente y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante estas sesiones se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas para su futuro perfil profesional.	Presencial: Conocimiento de instrumentación y equipos.	12
		No presencial: Elaboración de los informes de prácticas individualmente o en grupo	9
Tutorías	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje.	Presencial: Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
		No presencial: Planteamiento de dudas por correo electrónico.	3
Visitas a empresa e instalaciones	Se realizará una visita a las instalaciones de un astillero.	Presencial: : Aplicación de conocimientos teóricos a un caso práctico. Planteamiento de dudas.	3
Actividades de trabajo cooperativo	Se propondrán varios trabajos. Basados en la normativa estudiada o en algún aspecto práctico de la materia impartida como la elaboración de un Programa de Puntos de Inspección para el casco resistente de un submarino.	No presencial: Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico.	21
Exposición de trabajos/informes	Los alumnos deberán exponer los aspectos a resaltar sobre la temática tratada en el trabajo cooperativa y contestar a las preguntas que se formulen sobre los mismos.	Presencial: Exposición oral de los trabajos. Preguntas sobre los mismos.	6
Pruebas escritas oficiales y de evaluación formativa	Se realizarán, junto con la prueba final, varias pruebas escritas de tipo individual a lo largo del curso. Estas pruebas están distribuidas a lo largo del curso y permiten comprobar el grado de consecución de las competencias.	Presencial: Asistencia a las pruebas escritas y realización de éstas.	6
			135



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

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	x	x	x	x	X	x	x	x		
Clase de problemas y casos prácticos	x	x	x	x						
Clase de Prácticas. Sesiones de taller y laboratorio		x	x	x	X	x	x			
Exposición de trabajos/informes								x		



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba oficial individual.	X		Se valorará el aprendizaje por parte del alumno hasta un 60% de la nota final.	60%	1-7
Resolución de casos, cuestiones teóricas, ejercicios prácticos o problemas propuestos.	X	X	Se valorarán las competencias adquiridas hasta un 15% de la nota total.	20%	1-4,8
Evaluación de prácticas, visitas y seminarios.	X	X	Control de asistencia y de la realización de las prácticas de forma correcta.	10%	2-7
Trabajos en grupo.	X	X	Se valorará las competencias adquiridas	10%	8
TOTAL:				100%	

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- M. Reina, Soldadura de los Aceros. Aplicaciones, Manuel Reina Gómez, Madrid, 1986. (4ª o 5ª edición).
- UNE-EN ISO 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos. Septiembre 2015
- UNE-EN ISO 9100: Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos para las organizaciones de aviación, espaciales y de defensa. Junio 2010
- UNE-EN ISO 15607: Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales.
- ASME IX.
- UNE-EN ISO 17635: Ensayo No Destructivo de uniones soldadas. Reglas generales para los materiales metálicos.
- UNE-EN ISO 17637: Ensayo No Destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión.
- UNE-EN ISO 5817: Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones. Nivel de calidad de las imperfecciones.
- UNE-EN ISO 6520-1: Soldeo y procesos afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en las soldaduras de materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión
- UNE-EN ISO 9712: Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos

8.2. Bibliografía complementaria*

- F. Ramírez Gómez y otros, Introducción a los métodos de Ensayos No Destructivos de control de calidad de los materiales, INTA
- UNE-EN ISO 15609-1: Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco
- UNE-EN ISO 15614-1: Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco y con gas de aceros y soldeo por arco de níquel y sus aleaciones
- UNE-EN ISO 9606-1: Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros
- UNE-EN ISO 13018: Ensayos no destructivos. Inspección visual. Principios generales.
- UNE-EN ISO 3452: Ensayos no destructivos. Líquidos Penetrantes. Principios generales.
- UNE-EN ISO 9934: Ensayos no destructivos. Partículas Magnéticas. Principios generales.
- UNE-EN ISO 23279: Ensayos no destructivos de uniones soldadas. Ensayo por ultrasonidos. Caracterización de indicaciones en las soldaduras
- UNE-EN ISO 17636: Ensayos no destructivos. Ensayo radiográfico de uniones soldadas por fusión.



8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://www.dimf.upct.es>

<http://www.cesol.es>

<https://www.asme.org>

<https://www.aend.org>

