



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Ingeniería de la Soldadura

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

1. Datos de la asignatura

Nombre	Ingeniería de la Soldadura (Welding Engineering)				
Materia*	Ingeniería de la Soldadura (Welding Engineering)				
Módulo*	Materias optativas				
Código	508109020				
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	4º
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	Juan José Hernández Ortega		
Departamento	Ingeniería de Materiales y Fabricación		
Área de conocimiento	Ingeniería de los Procesos de Fabricación		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325963		
Correo electrónico	juanho.hernandez@upct.es		
URL / WEB	http://www.dimf.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	<p>1º Cuatrimestre: Lunes de 11.30 a 13.30 (Despacho dirección navales) y Viernes 10 a 12h (Despacho ETSII)</p> <p>2º Cuatrimestre: Martes de 11 a 13h (Despacho dirección navales) y Viernes 11.30 a 13.30h (Despacho ETSII).</p> <p>Se recomienda comprobar la actualización de estos horarios en el aula virtual o contactar con el profesor previamente por email.</p>		
Ubicación durante las tutorías	En el despacho del profesor. Departamento Ing. Mat. y Fabricación en AHM o Dirección Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica.		

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 (si procede)	
Otros temas de interés	International Welding Engineer (IWE) por el International Institute of Welding Subdirector ETSINO.



3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Ingeniería de la Soldadura tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería Mecánica adquieran los conocimientos básicos relacionados con las uniones soldadas que son de aplicación en mayor o menor medida en todas las fases de un proyecto (diseño, selección de materiales, compras, fabricación y montaje, inspección, puesta en servicio y reparaciones).

La unión de materiales mediante soldadura representa en la actualidad toda una amplia variedad de tecnologías que tienen aplicación en la casi totalidad de proyectos de ingeniería (civil, naval, aeronáutica o industrial). El soldeo, tanto por fusión como en estado sólido, está considerado por distintas normativas de calidad como “proceso especial”. Ello significa que, para asegurar su correcta aplicación, debe estar sometido a un control continuo, desde la etapa de diseño hasta la de inspección, debiendo de estar claramente definidas las tareas y responsabilidades del personal involucrado en todas las actividades relacionadas con el mismo. Por tanto, los conocimientos básicos en esta materia, no son solo necesarios para el ingeniero implicado directamente en la fabricación sino también en niveles superiores donde se toman decisiones que afectan directamente a los costes generados por el proceso de soldeo como pueden ser la definición de los requisitos funcionales, el diseño del producto, la compra de materiales y fungibles o la planificación de la producción, y los implicados en las tareas de inspección.

Los fabricantes, además de emplear soldadores competentes y cualificados, deben asegurar que los ingenieros, diseñadores y técnicos relacionados con el soldeo tengan la competencia necesaria. Estas exigencias se consideran, cada vez con mayor frecuencia, un requisito contractual, y vienen definidas en distintas normas europeas en función del componente a fabricar (véanse por ejemplo las normas UNE-EN ISO 3834. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos, UNE-EN 15085. Aplicaciones ferroviarias. Soldeo de vehículos y componentes ferroviarios y UNE-EN 1090. Ejecución de estructuras de acero y aluminio, en lo referente a la necesidad de contar con un coordinador de soldeo).

El formato de la asignatura está concebido para que tanto la parte teórica de la asignatura como la práctica se desarrollen en torno a un proyecto de ingeniería como puede ser el diseño y fabricación de un recipiente a presión. De este modo, el alumno irá aplicando los contenidos que va adquiriendo a través de la docencia a un proyecto concreto, al mismo tiempo que se le orientará sobre las distintas salidas profesionales que puede tener en el campo de las uniones soldadas y procesos o tecnologías afines.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Para el desempeño de las funciones propias de esta titulación, en especial dentro de la industria de la fabricación mecánica, pero asimismo en los restantes ámbitos de actuación para este perfil profesional, se requieren conocimientos básicos sobre: la problemática que pueden presentar los materiales al ser soldados, la influencia que el diseño de la unión soldada puede tener sobre la vida del equipo, componente mecánico o estructura y el control de calidad e inspección de la unión soldada.

Con la asignatura de Ingeniería de la Soldadura se pretenden alcanzar unos conocimientos mínimos de cada uno de los aspectos involucrados en la fabricación de un conjunto soldado. Estos conocimientos abarcan conceptos sobre

- La soldabilidad del material. La asignatura se centrará básicamente en la soldadura de los aceros (aceros microaleados de alto límite elástico, aceros para aplicaciones resistentes a la termofluencia, aceros para aplicaciones criogénicas y aceros inoxidables).



- La influencia del diseño de la unión desde un punto de vista estructural y su influencia en la vida del componente fabricado.
- Manejo de códigos de diseño y fabricación.
- Selección de las variables del proceso fabricación para el diseño de un procedimiento de soldeo y cualificación del soldador.
- Manejo de la normativa asociada a la calidad de las uniones soldadas y a la cualificación de procedimientos de soldadura y soldadores (normas de calidad en las uniones soldadas, código ASME IX y normas europeas de homologación de procedimientos y soldadores).
- Inspección de las uniones soldadas y evaluación de la calidad de las mismas.

El contenido de la asignatura, además de servir como base al alumno para afrontar con garantías puesto técnicos y de gestión en los que haya involucradas estructuras o equipos soldados, pretende servir también de orientación hacia una posible especialización profesional del alumno en este campo de la ingeniería dada su gran vinculación con el Grado en Ingeniería Mecánica. Posibles salidas profesionales en esta materia, que suelen requerir una especialización, son los puestos de coordinadores de soldeo establecidos en las normas de calidad de uniones soldadas, inspectores de construcción de uniones soldadas, inspectores especializados en distintos métodos de ensayos no destructivos, técnicos de gestión de la calidad y técnicos de fiabilidad.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura "Ingeniería de la Soldadura" está ubicada en el segundo cuatrimestre del curso. Está relacionada con las asignaturas "Fundamentos de Fabricación" y "Ciencia de los Materiales", que se estudian en el segundo cuatrimestre del primer curso. Así como con otras asignaturas obligatorias de la titulación como son Ingeniería de los Sistemas de Producción, Ingeniería de los Procesos de Fabricación y Materiales en Ingeniería, u optativas como Ingeniería de la Calidad.

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

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda tener aprobadas, al menos, las asignaturas de Fundamentos de Fabricación, Ciencia de los Materiales y Elasticidad y Resistencia de Materiales

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

CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

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

G5 Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

G6 Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

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

Diseñar, verificar, evaluar e interpretar los procedimientos de soldadura, incluyendo los procesos de fabricación y construcción de equipos, instalaciones, estructuras que contienen uniones soldadas. Formalizar la certificación y/o declaración de conformidad según las diferentes directivas europeas, así como la certificación de productos soldados durante su puesta en servicio de acuerdo con los organismos de control.

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

T3 - Aprender de forma autónoma

T4 - Utilizar con solvencia los recursos de información

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Determinar cómo afecta el ciclo térmico de un proceso de soldeo a las propiedades del material base y del cordón de soldadura, al comportamiento estructural de la unión (tensiones residuales) y las deformaciones que se pueden producir.
2. Describir e identificar los principales tipos de fenómenos de agrietamiento que se pueden producir en la soldadura de los aceros.
3. Determinar las variables del ciclo térmico las que actuar para garantizar una continuidad metalúrgica y mecánica de la unión.
4. Evaluar la soldabilidad de los aceros microaleados de grano fino, aceros resistentes a la termofluencia, aceros para aplicaciones criogénicas y aceros inoxidables.
5. Seleccionar y determinar el proceso de soldeo y variables a emplear en función del material a soldar, así como el diseño de la unión teniendo en cuenta los códigos de fabricación.
6. Analizar el comportamiento de un equipo o estructura soldada ante la solicitación de cargas diversas.
7. Manejar las normativas sobre calidad en uniones soldadas en distintos sectores industriales involucradas en el diseño y fabricación de una pieza o componente.
8. Elaborar y revisar especificaciones de procedimientos de soldeo, registros de cualificación de procedimientos y cualificaciones de soldadores según código



ASME IX o norma europea.

9. Interpretar y evaluar indicaciones obtenidas mediante END.

10. Analizar, sintetizar información, trabajar en equipo y exponer oralmente cuestiones relativas a esta especialidad.

**** 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

Calidad y seguridad de las uniones soldadas. Defectología. códigos, normas y especificaciones relativas a la calidad de las uniones soldadas. Evaluación de las no conformidades. Criterios de aceptación y rechazo. Sistema europeo de acreditación y cualificación del personal de inspección de uniones soldadas. Responsabilidad del inspector. Técnicas periciales de inspección.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UNIDAD DIDÁCTICA I. SOLDADURA DE LOS ACEROS

Lección 1. Estructura de una unión soldada. Ciclo térmico.

Lección 2. Fenómenos de agrietamiento en uniones soldadas.

Lección 3. Soldadura de los aceros.

UNIDAD DIDÁCTICA II. DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS

Lección 4. Comportamiento de estructuras soldadas. Deformaciones y tensiones residuales.

Lección 5. Diseño de uniones soldadas.

UNIDAD DIDÁCTICA III. FABRICACIÓN POR SOLDEO

Lección 6. Normativas sobre calidad para el soldeo. Sectores industriales.

Lección 7. Soldaduras en recipientes a presión. Normativa y especificaciones.

Lección 8. Especificaciones de procedimientos de soldeo. Código ASME IX y norma europea.

UNIDAD DIDÁCTICA IV. INSPECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS

Lección 9. Organismos de Control. Cualificación del personal de END.

Lección 10. Inspección visual, partículas magnéticas y líquidos penetrantes.

Lección 11. Inspección por ultrasonidos e inspección radiográfica.

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

Las prácticas de laboratorio a desarrollar serán:

Práctica 1. Selección de materiales de aporte y parámetros de soldeo (4 horas)

Práctica 2. Elaboración y cualificación de especificaciones de procedimientos de soldeo. Homologaciones soldador. Código ASME IX (8 horas).

Práctica 3. Elaboración y cualificación de procedimientos de soldeo. Homologaciones soldador. Norma europea (4 horas).

Práctica 4. Diseño y fabricación de un recipiente a presión. Selección del material, cálculos e identificación de las uniones soldadas (8 horas).

Práctica 5. Inspección visual, líquidos penetrantes y partículas magnéticas. Evaluación de indicaciones (4 horas).

Práctica 6. Interpretación radiográfica y ultrasonidos (2 horas).



Práctica 7. Visita a empresa (3 horas).

Sesiones de resolución de casos prácticos y seminarios en grupo:

Se realizarán cuatro sesiones dedicadas o bien a la aplicación en el proyecto de un recipiente a presión de los conocimientos teóricos y prácticos que se desarrollan en el programa de teoría y prácticas o bien a la resolución de problemas planteados sobre fallos típicos en uniones soldadas relacionados con la soldabilidad del material y con la ejecución de la soldadura.

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

UNIT I. STEEL WELDING

Lesson 1. Structure of Weld metal. Thermal cycle.

Lesson 2. Cracking phenomena in welded joints.

Lesson 3. Behaviour of steels in welding.

UNIT II. WELD DESIGN

Lesson 4. Behaviour of welded structures under different types of loading.

Residual stresses and distortion.

Lesson 5. Joining design for welding.

UNIT III. WELDING FABRICATIONS

Lesson 6. Quality assurance in welded fabrication. Standards in specific weld products.

Lesson 7. Welded joints in pressure vessel. Standards and specifications.

Lesson 8. Welding procedure specifications. ASME IX and european standards.

UNIT IV. WELDS INSPECTIONS

Lesson 9. Control agencies. Qualification and certification of NDT personnel.

Lesson 10. Visual inspection, magnetic particles and penetrant testing.

Lesson 11. Ultrasonic testing and radiographic testing.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

UNIDAD DIDÁCTICA I. SOLDADURA DE LOS ACEROS

- Conocer en detalle los fundamentos metalúrgicos de la soldadura de los diferentes tipos de aceros estructurales.
- Conocer en detalle los fundamentos de los distintos mecanismos de agrietamiento en uniones soldadas.
- Conocer en detalle el modo en el que las variables de soldadura afectan a la incidencia de agrietamiento y los métodos para evitarlo.
- Conocer la soldabilidad y los efectos de los procesos de soldeo sobre los aceros al carbono, aceros de alta resistencia, aceros al Cr-Mo, aceros criogénicos y aceros inoxidables.

UNIDAD DIDÁCTICA II. DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS

- Ser capaz de diseñar y dibujar detalles de soldadura en relación con un material dado, espesores de pared, accesibilidad, carga, procesos de soldeo, posición de soldadura, simbología de la soldadura, equipo disponible y tolerancias.
- Entender y conocer la relación entre cargas externas, fuerzas internas y tensiones inducidas en las uniones soldadas.
- Entender los diferentes tipos de cargas y la influencia de las condiciones

ambientales sobre las estructuras soldadas.

- Entender el comportamiento de las uniones soldadas frente a cargas cíclicas y el desarrollo de la fatiga.
- Entender la influencia de las tensiones residuales y deformaciones sobre el comportamiento de la unión soldada.

UNIDAD DIDÁCTICA III. FABRICACIÓN POR SOLDEO

- Entender los principios del aseguramiento de la calidad y el control de la calidad, la normativa relacionada y su aplicación a la fabricación por soldeo como un proceso especial.
- Entender y conocer los requisitos y función del control de calidad durante la fabricación, la normativa relacionada con la cualificación de operadores de soldadura y procedimientos de soldeo, incluyendo los métodos de trazabilidad de la junta, la necesidad de calibración y la monitorización de los parámetros de soldeo.

UNIDAD DIDÁCTICA IV. INSPECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS

- Conocer y entender el uso de ensayos no destructivos aplicados a la fabricación soldada.

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 las Unidades Didácticas II y III y los aspectos más relevantes de la asignatura.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	32
Sesiones prácticas de laboratorio (taller).	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.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación y normativa. Desarrollo de competencias en escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	30
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas siguiendo criterios de calidad establecidos	10
Actividades de trabajo cooperativo	Se propondrán varios trabajos basados en problemas o fallos típicos en uniones soldadas, a través de los cuales se pretende que el alumno estudie la soldabilidad del material y analice las posibles causas que ha podido provocar el fallo expuesto.	<u>Presencial</u> : Exposición de los problemas a analizar. Resolución de dudas.	2
		<u>No presencial</u> : Estudio de la soldabilidad del material, análisis de los parámetros de soldeo y de las posibles causas del fallo. : Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico.	25
Tutorías	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	2
		<u>No Presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	1
Visitas a empresa e instalaciones	Se realizará una visita a las instalaciones de una empresa donde se explicará los procesos de fabricación involucrados en la fabricación de un componente mecánico.	<u>Presencial</u> : Aplicación de conocimientos teóricos a un caso práctico. Planteamiento de dudas.	3
Pruebas escritas oficiales y de evaluación formativa	Se realizarán varias pruebas escritas de tipo individual. Estas pruebas están distribuidas a lo largo del curso y permiten comprobar el grado de consecución de las competencias.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las pruebas escritas y realización de éstas.	3
Exposición de trabajos/informes	Se realizarán diferentes trabajos de síntesis/resumen en equipo durante el curso. Los alumnos deberán preparar una presentación visual con los aspectos a resaltar sobre la temática tratada en base a criterios de calidad establecidos.	<u>Presencial</u> : Planteamiento del trabajo y tutorías de control y orientación por grupos. Exposición oral	6
		<u>No presencial</u> : preparación de la presentación del trabajo	6
			135



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

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X	X		X		x	x		x	
Sesiones prácticas de laboratorio	x		x		x	x	x	x	x	
Actividades de trabajo cooperativo	x	x	x	x	x					x
Visitas a empresa e instalaciones				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 escrita oficial ⁽¹⁾	x		Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Entre 6 y 8 cuestiones teóricas simples, y entre 12-20 cuestiones tipo test.. Estas cuestiones se orientan a: conceptos, definiciones, etc). Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	35%	1,2,4,6
	x		Problemas/manejo normativa: Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	30%	3,5,7,8
Evaluación de prácticas		x	Control de asistencia y de la realización de la práctica de forma correcta.	-	5,9
Pruebas de evaluación sobre las prácticas de taller	x	x	Se realizarán varias pruebas escritas y/o orales sobre las prácticas realizadas. El objetivo de estas pruebas consiste en el seguimiento del progreso de los alumnos y la valoración de su esfuerzo durante la parte práctica del curso.	10%	1, 6, 9
Exposiciones orales sobre trabajos en equipo ⁽²⁾	x	x	Se propondrá un trabajo de revisión/síntesis para realizar en equipo a través del análisis del fallo en una unión soldada. Se deberá preparar una exposición para mostrar los aspectos más relevantes de la temática tratada mediante una presentación visual. Se responderá a las cuestiones planteadas tras la exposición. Las exposiciones podrán ser efectuadas en español o en inglés.	25%	1-7, 9, 10
<p>(1) La prueba escrita oficial debe superarse con nota igual o superior a 5, con una nota mínima de 3,5 puntos para las partes de teoría y problemas.</p> <p>(2) La extensión y estructura de los trabajos, así como los criterios de calidad serán establecidos previamente</p>					

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- 1.-M. Reina, Soldadura de los Aceros. Aplicaciones, Manuel Reina Gómez, Madrid, 1986. (4ª o 5ª edición).
http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=351707{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSEVER
- 2.- Cañas, J.; París, F. y Picón, R. *"Diseño y Construcción de Uniones Soldadas"*. Grupo de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.
http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=165613{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSEVER
- 3.- Normas UNE sobre uniones soldadas y END.
http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=29529{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSEVER
- 4.- Código ASME Section IX. *"Welding and Brazing Qualifications"*. The American Society of Mechanical Engineers.

8.2. Bibliografía complementaria*

- 1.- Granjon, H. *"Bases Metalúrgicas de la Soldadura"*.
- 2.- Código ASME Section II. *"Materials"*. The American Society of Mechanical Engineers.
- 3.- Código ASME Section IX. *"Welding and Brazing Qualifications"*. The American Society of Mechanical Engineers.
- 4.- CASTI Guidebook to ASME Section II, B31.1 & B31.3
- 5.- CASTI Guidebook to ASME Section IX
- 6.- CASTI Guidebook to ASME Section VIII Div. 1.
- 7.- Código ASME Section V. *"Nondestructive Examination"*. The American Society of Mechanical Engineers.

8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://www.dimf.upct.es>
<http://www.cesol.es>
<https://www.asme.org>
<http://www.iiwelding.org>
<http://www.european-welding.org>
<http://www.twi.co.uk>

