

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Ingeniería de la soldadura

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Ingeniería de la soldadura
<b>Titulación</b>	56IM - Grado en Ingeniería Mecánica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial
<b>Semestre/s de impartición</b>	Octavo semestre
<b>Módulos</b>	Optatividad
<b>Materias</b>	Optatividad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	565000390
<b>Nombre en inglés</b>	Welding engineering

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	4
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Mecánica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Mecánica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

Cálculo infinitesimal

Álgebra lineal

Física I

Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador

Ampliación de matemáticas

Física II

Informática

## Otros Conocimientos Previos Recomendados

Capacidad para trabajar en equipo

Análisis y resolución de problemas

Aplicar los conocimientos en la práctica

## Competencias

---

CE25 - Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales.

CG1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial

CG2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en contextos amplios, siendo capaces de integrar los trabajando en equipos multidisciplinares

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajaren un entorno profesional y responsable.

CG5 - Comunicar conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral como escrita, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado

## Resultados de Aprendizaje

---

RA48 - Conocimientos científicos y tecnológicos de los procesos de unión por soldadura y técnicas afines de los materiales más utilizados en la Construcción Metálica.

RA49 - Estudio de la soldabilidad en general. Metalurgia de la soldadura. Tensiones residuales.

RA50 - Aplicación de los procedimientos de inspección más utilizados para la evaluación de la calidad de las uniones soldadas.

RA51 - Capacidad para la redacción y desarrollo de procedimientos que permitan la fabricación por soldadura de estructuras y otros conjuntos mecánicos.

RA52 - Facilidad para el manejo de especificaciones y normas relativas a la construcción y a la calidad de las uniones soldadas.

RA64 - Definir procesos y establecer procedimientos de soldeo, determinando fases, operaciones, equipos y útiles, atendiendo a criterios de calidad y económicos.

RA63 - Conocimientos científicos y tecnológicos sobre los procesos de soldeo. Metalurgia de la soldadura. Soldabilidad de los diferentes materiales y aplicación de los procedimientos de inspección más utilizados, para la evaluación de la calidad de las uniones soldadas y asegurar los requerimientos de calidad.

RA65 - Capacidad para la redacción y desarrollo de procedimientos que permitan la fabricación por soldadura de estructuras, recipientes a presión y otros equipamientos industriales.

RA66 - Capacidad para el manejo de especificaciones y normas relativas a la construcción y a la calidad de las uniones soldadas.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Lorenzo Gutierrez, Luis ( <b>Coordinador/a</b> )	B-050.3	luis.lorenzo@upm.es	L - 10:00 - 13:30 X - 10:00 - 12:30

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Esta asignatura, trata de que el alumno conozca la importancia de la Soldadura, en la fabricación de estructuras y otros conjuntos mecánicos; mediante la adquisición de conocimientos científicos y tecnológicos, desarrollo de procedimientos y manejo de especificaciones y normas relativas a la construcción y a la calidad de las uniones soldadas.

## Temario

---

1. Aspectos metalúrgicos de la soldadura
  - 1.1. Zonas de transformación físico-química en la junta soldada.
  - 1.2. Transformación de la estructura cristalina en el metal base.
  - 1.3. Velocidad de enfriamiento de la soldadura.
  - 1.4. Estructura de Widmasteiten: diagrama de Hannemann.
  - 1.5. Concepto de dilución
  - 1.6. Riesgos de la absorción de gases en el metal fundido.
  - 1.7. Pre calentamiento
  - 1.8. Tratamiento térmico postsoldadura.
2. Soldabilidad de los aceros
  - 2.1. Ciclo térmico del soldeo.
  - 2.2. Influencia de los elementos químicos
  - 2.3. Concepto de carbono equivalente.
  - 2.4. Problemas de soldabilidad: fisuración en frío, desgarre laminar.
3. Tensiones y deformaciones en la soldadura. Diseño de uniones.
  - 3.1. Tensiones residuales producidas por calentamientos heterogéneos.
  - 3.2. Distorsión: Tipos fundamentales.
  - 3.3. Técnicas para reducir las tensiones residuales y la distorsión.
  - 3.4. Métodos para prevenir y evitar las deformaciones.
  - 3.5. Diseño de la unión: Diferentes tipos de uniones.
  - 3.6. Diseño de la unión: Diferentes tipos de uniones.
  - 3.7. Clasificación de los cordones de soldadura.

4. Soldabilidad de aceros al C-Mn y microaleados
  - 4.1. Introducción.
  - 4.2. Soldadura de aceros de alto contenido en carbono.
  - 4.3. Aceros para carriles.
  - 4.4. Soldadura de aceros al carbono de alto límite elástico.
  - 4.5. Aceros HSLA.
  - 4.6. Soldadura de aceros para intemperie: Aceros Cor-Ten.
  - 4.7. Soldadura de aceros tenaces a baja temperatura.
  - 4.8. Soldadura de aceros ferriticoperlíticos microaleados.
  - 4.9. Consideraciones sobre la seguridad.
  - 4.10. Aplicaciones.
5. Soldabilidad de aceros templados y revenidos
  - 5.1. Introducción.
  - 5.2. Aceros de baja y media aleación templados y revenidos.
  - 5.3. Soldadura de aceros autotemplables.
6. Soldabilidad de los aceros al C-Mo y al Cr-Mo.
  - 6.1. Introducción
  - 6.2. Comportamiento de los aceros a temperaturas elevadas.
  - 6.3. Soldabilidad.
7. Soldabilidad de los aceros al Ni
  - 7.1. Metalurgia de materiales criogénicos.
  - 7.2. Soldadura de aceros para aplicaciones criogénicas.
  - 7.3. Aplicaciones.
8. Soldabilidad de los aceros inoxidables.
  - 8.1. Soldabilidad de aceros inoxidables ferríticos.
  - 8.2. Soldabilidad de aceros inoxidables austeníticos.
  - 8.3. Corrosión intergranular.
  - 8.4. Diagrama de Schaeffler, DeLong, etc.
  - 8.5. Soldabilidad de aceros inoxidables austenoferríticos (aceros ?dúplex?).
  - 8.6. Soldadura de los aceros martensíticos.
  - 8.7. Temperaturas de precalentamiento y tratamientos postsoldadura.
  - 8.8. Aceros inoxidables endurecidos por precipitación.
  - 8.9. Problemas comunes a la soldadura de aceros inoxidables y solución.
  - 8.10. Aplicaciones.

9. Cálculo de uniones soldadas.

- 9.1. Cálculo de las soldaduras: - a tope. - discontinuas. - soldaduras en ranura. - soldaduras en ángulo.
- 9.2. Casos de cálculo de soldaduras: - en ángulo en uniones planas. - uniones a tracción, flexión, torsión y esfuerzo cortante combinados. - uniones en vigas armadas.
- 9.3. Casos de cálculo de soldaduras en ángulo, en uniones especiales.
- 9.4. 9.4 Cálculo a fatiga de uniones soldadas.

10. Cálculo de costes en soldadura

- 10.1. Costes: - de ejecución. - de los consumibles. - de la mano de obra. - de energía. - de amortización de equipos.
- 10.2. Aplicaciones: - Cálculo de los consumos y costes en el proceso (SMAW). - Cálculo de los consumos y costes en el proceso (SAW).

11. Defectología de las uniones soldadas

- 11.1. Fisuras.
- 11.2. Cavidades y porosidad.
- 11.3. Inclusiones sólidas.
- 11.4. Falta de fusión.
- 11.5. Falta de penetración.
- 11.6. Defectos de forma.

12. Calidad e Inspección en Soldadura

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Calidad e Inspección: Conceptos.
- 12.3. Etapas de aplicación de la Calidad.
- 12.4. Requerimientos.
- 12.5. Códigos. Normativas.

## Cronograma

**Horas totales:** 45 horas

**Horas presenciales:** 45 horas (38.5%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>T 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 2	<b>T1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 3	<b>T2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRACTICAS DE LABORATORIO</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 4	<b>T3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 5	<b>T4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTÍNUA</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 6	<b>T4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 7	<b>T5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRACTICAS DE LABORATORIO</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 8	<b>T6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 9	<b>T7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRACTICAS DE LABORATORIO</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 10	<b>T8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTÍNUA</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 11	<b>T8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRACTICAS DE LABORATORIO</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

Semana 12	<b>T9 T10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 13	<b>T10</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRACTICAS DE LABORATORIO</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad presencial
Semana 14	<b>T11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 15	<b>T12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PROBLEMAS</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
Semana 16				
Semana 17				<b>Prueba evaluación final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CG3, CG1, CG5, CG2, CG4, CG6
10	PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	
13	PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA	01:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	20%	4 / 10	CG3, CE25, CG1, CG5, CG2, CG4, CG6
17	Prueba evaluación final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG3, CE25, CG1, CG5, CG2, CG4, CG6

## Criterios de Evaluación

Actividades orientadas a la resolución de cuestiones y problemas de forma individual y exámenes de Evaluación Continua: 30 %

Prácticas de laboratorio 10%

Prueba escrita final 60 %

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Bibliografía básica	Bibliografía	-Soldadura de los aceros. Aplicaciones. Manuel Reina Gómez, Gráficas Lormo, 5ª ed. Madrid, 2012. - García Prieto, M.: "Apuntes de Soldadura: Conceptos básicos". Ed. Bellisco. Ediciones técnicas y Científicas. 2ª ed., Madrid 2'12.
Recursos WEB	Recursos web	<a href="http://www.cesol.org">www.cesol.org</a>
Laboratorio de soldadura y laboratorio de END	Equipamiento	
Aula con videoprojector	Equipamiento	