



1. DATOS GENERALES

Asignatura: MATERIALES METÁLICOS PARA INGENIERÍA MECÁNICA**Tipología:** OPTATIVA**Grado:** 420 - GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (AB-2021)**Centro:** 605 - E.T.S. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ALBACETE**Curso:** 4**Lengua principal de impartición:** Español**Uso docente de otras lenguas:****Página web:****Código:** 56332**Créditos ECTS:** 6**Curso académico:** 2021-22**Grupo(s):** 11**Duración:** C2**Segunda lengua:****English Friendly:** N**Bilingüe:** N

Profesor: JESUS CANALES VAZQUEZ - Grupo(s): 11				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Instituto Energías Renovables/OD1	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	926053197	jesus.canales@uclm.es	
Profesor: JUAN CARLOS PEREZ FLORES - Grupo(s): 11				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Instituto Energías Renovables / OD1	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	926053325	JuanCarlos.PFlores@uclm.es	

2. REQUISITOS PREVIOS

Es recomendable que el alumno posea conocimientos de Ciencia de los Materiales, Ingeniería y Tecnología de Materiales de cursos anteriores.

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

Esta asignatura proporciona al alumno las competencias necesarias para ser capaz de seleccionar un material metálico para una determinada aplicación y su tratamiento con el fin de obtener las propiedades requeridas antes y después de su procesado.

Le permitirá, además, la obtención de habilidades y destrezas en las técnicas de caracterización de materiales metálicos (control microestructural, obtención de propiedades mecánicas, realización de tratamientos termomecánicos, resistencia a la corrosión...), y será capaz de relacionar los datos obtenidos con el comportamiento esperable del material en una determinada aplicación industrial.

Con el aprendizaje adquirido con esta asignatura, el alumno completará su formación en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB01	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
CB02	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB03	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
CB04	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB05	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CEO04	Conocer los tratamientos termomecánicos de los materiales metálicos y saber predecir los cambios microestructurales que producirán estos tratamientos y su relación con las propiedades.
CEO05	Reconocer las grandes familias de aleaciones metálicas férreas (aceros y fundiciones), ligeras (aluminio, titanio) y de Cu y Zn, y sus microestructuras típicas, y saber predecir y/o interpretar propiedades y aplicaciones.
CEO06	Ser capaz de elegir el material más apropiado para una determinada aplicación, teniendo en cuenta el efecto del diseño y proceso de conformación.
CG01	Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Orden CIN/351/2009, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
CG03	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
CG04	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
CG05	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
CG06	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
CG08	Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
CT02	Conocer y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS**Resultados de aprendizaje propios de la asignatura**

Descripción

Capacidad de diseñar los procesos de producción en función de las propiedades deseables del material según la aplicación a la que va destinada.

Capacidad de seleccionar el material a emplear y su tratamiento con el fin de obtener las propiedades requeridas antes y después de su procesado.

Obtención de habilidades y destrezas en el laboratorio de ciencia de los materiales, ensayos mecánicos, metrología y fabricación.

6. TEMARIO

Tema 1: Corrosión en Aleaciones. Fundamentos. Tipos de Corrosión. Estrategias de Corrosión.

Tema 2: Diagrama hierro - cementita. Introducción. Fases alotrópicas del hierro. Diagrama de equilibrio Fe-C y diagrama metaestable Fe-Fe₃C. Aceros y fundiciones. Clasificación y propiedades según su contenido en Carbono. Normalización.

Tema 3: Transformaciones de la austenita. Introducción. Transformaciones isotérmicas. Curvas TTT. Transformaciones en enfriamiento continuo. Transformaciones en el calentamiento. Austenización.

Tema 4: Tratamientos térmicos de los aceros. Introducción. Factores que controlan los tratamientos térmicos. Tratamiento de recocido. Normalizado. Microestructuras y propiedades. Temple de los aceros. Templabilidad. Temple subcero. Revenido de los aceros. Variación de las propiedades mecánicas con el revenido. Tratamientos isotérmicos

Tema 5: Aceros inoxidables al Cr. Introducción. Factores que contribuyen a la inoxidabilidad de los aceros. Efecto del Cr en el diagrama Fe-C. Aceros Ferríticos. Aceros Martensíticos. Temple. Revenido. Precipitación de carburos. Efecto de las microestructuras obtenidas sobre la inoxidabilidad.

Tema 6: Aceros inoxidables al Cr-Ni. Introducción. Efecto del Ni en el diagrama Fe-Cr-C. Aceros austeníticos. Endurecimiento de los aceros austeníticos. Recocido. Corrosión intergranular. Estabilización. Aceros austenoferríticos

Tema 7: Fundiciones. Introducción. Propiedades generales de las fundiciones. Diagrama Fe-grafito. Grafitización. Efectos de la composición y de la velocidad de enfriamiento. Fundiciones de grafito esferoidal. Obtención, microestructura y propiedades. Tratamientos térmicos. Fundiciones aleadas.

Tema 8: Aleaciones de aluminio. Propiedades. Introducción. Obtención del aluminio. Propiedades eléctricas y mecánicas del aluminio. Influencia de los elementos aleantes. Microestructuras de las aleaciones de aluminio. Corrosión de las aleaciones de aluminio y sus protecciones. Aleaciones de aluminio en la industria.

Tema 9: Aleaciones de titanio. Introducción. Titanio. Características generales. Aleaciones de titanio. Constitución y propiedades. Aleaciones en fase a . Aleaciones en fase b . Aleaciones bifásicas a + b . Tratamientos térmicos. Envejecimiento. Comportamiento del titanio y sus aleaciones frente a corrosión.

Tema 10: El cobre y sus aleaciones. Introducción. Propiedades del Cu. Aleaciones de Cu. Latones y bronce. Cuproaluminos. Aleaciones cobre-berilio. Propiedades, tratamientos y aplicaciones.

Tema 11: Materiales para alta temperatura. Superalaciones. Introducción. Características generales. Clasificación de las superaleaciones. Aleaciones base Níquel. Aleaciones base Cobalto. Superalaciones base Fe.

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral		1.28	32	S	N	Exposición de los conceptos teórico-prácticos incluidos en la asignatura
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]	Trabajo dirigido o tutorizado		0.64	16	S	N	Preparación trabajos sobre temas relacionados con la asignatura y su aplicación industrial
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL]	Trabajo en grupo		0.16	4	S	N	Presentación de trabajos elaborados
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas		0.32	8	S	N	Preparación de muestras y Observación de microestructuras
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]	Aprendizaje cooperativo/colaborativo		0.8	20	S	N	Elaboración de informes y presentaciones en grupo
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo		0.64	16	S	N	Elaboración de una memoria donde se recojan las prácticas de laboratorio realizadas
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Resolución de ejercicios y problemas		2.16	54	S	N	Resolución autónoma de cuestionarios, problemas y/o ejercicios propuestos para los diferentes temas incluidos en la parte teórica con el objetivo de evaluar los conocimientos adquiridos durante la asignatura
Total:			6	150			
Créditos totales de trabajo presencial: 2.4			Horas totales de trabajo presencial: 60				
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6			Horas totales de trabajo autónomo: 90				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Examen teórico	0.00%	100.00%	Prueba escrita de respuesta corta y/o tipo test sobre los contenidos expuestos en las clases presenciales y sobre las actividades formativas de las prácticas de laboratorio.

Resolución de problemas o casos	60.00%	0.00%	Pruebas de resolución autónoma de cuestiones, ejercicios y/o problemas sobre los contenidos expuestos en las clases presenciales.
Presentación oral de temas	25.00%	0.00%	Presentación de los trabajos propuestos a lo largo del cuatrimestre, donde se valorarán los contenidos y los conocimientos demostrados por los alumnos
Elaboración de memorias de prácticas	15.00%	0.00%	Se valorarán los contenidos de las memorias correspondientes a las prácticas de laboratorio realizadas
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

La resolución de problemas o casos tendrá un peso del 60% en la calificación final, mientras que la presentación oral de los trabajos propuestos en equipo tendrá un valor del 30%. El 10% restante corresponderá a las prácticas de laboratorio. Es necesario obtener al menos un calificación de 4.0 en todos los bloques para que se haga media.

Los alumnos que no realicen sus prácticas o no hagan evaluación continua, serán evaluados mediante un examen final que tendrá un valor de 100% de la calificación final.

Evaluación no continua:

El alumno que no ha seguido la evaluación continua tendrá derecho a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias, teóricas y prácticas). En este caso, el valor sería del 100% en la calificación final.

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

Los alumnos serán evaluados mediante un examen final que tendrá un valor de 100% de la calificación final.

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

Las mismas que la convocatoria extraordinaria.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Comentarios generales sobre la planificación: Las fechas indicadas son aproximadas y pueden sufrir modificaciones	
Tema 1 (de 11): Corrosión en Aleaciones. Fundamentos. Tipos de Corrosión. Estrategias de Corrosión.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	6
Grupo 11:	
Inicio del tema: 03-02-2022	Fin del tema: 10-02-2022
Tema 2 (de 11): Diagrama hierro - cementita. Introducción. Fases alotrópicas del hierro. Diagrama de equilibrio Fe-C y diagrama metaestable Fe-Fe₃C. Aceros y fundiciones. Clasificación y propiedades según su contenido en Carbono. Normalización.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Grupo 11:	
Inicio del tema: 11-02-2022	Fin del tema: 17-02-2022
Tema 3 (de 11): Transformaciones de la austenita. Introducción. Transformaciones isotérmicas. Curvas TTT. Transformaciones en enfriamiento continuo. Transformaciones en el calentamiento. Austenización.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	7
Grupo 11:	
Inicio del tema: 18-02-2022	Fin del tema: 25-02-2022
Tema 4 (de 11): Tratamientos térmicos de los aceros. Introducción. Factores que controlan los tratamientos térmicos. Tratamiento de recocido. Normalizado. Microestructuras y propiedades. Temple de los aceros. Templabilidad. Temple subcero. Revenido de los aceros. Variación de las propiedades mecánicas con el revenido. Tratamientos isotérmicos	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	2
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	7

Grupo 11:	
Inicio del tema: 02-03-2022	Fin del tema: 09-03-2022
Tema 5 (de 11): Aceros inoxidables al Cr. Introducción. Factores que contribuyen a la inoxidabilidad de los aceros. Efecto del Cr en el diagrama Fe-C. Aceros Ferríticos. Aceros Martensíticos. Temple. Revenido. Precipitación de carburos. Efecto de las microestructuras obtenidas sobre la inoxidabilidad.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	3
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	6
Grupo 11:	
Inicio del tema: 10-03-2022	Fin del tema: 17-03-2022
Tema 6 (de 11): Aceros inoxidables al Cr-Ni. Introducción. Efecto del Ni en el diagrama Fe-Cr-C. Aceros austeníticos. Endurecimiento de los aceros austeníticos. Recocido. Corrosión intergranular. Estabilización. Aceros austenoferríticos	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	8
Grupo 11:	
Inicio del tema: 23-03-2022	Fin del tema: 25-03-2022
Tema 7 (de 11): Fundiciones. Introducción. Propiedades generales de las fundiciones. Diagrama Fe-grafito. Grafitización. Efectos de la composición y de la velocidad de enfriamiento. Fundiciones de grafito esferoidal. Obtención, microestructura y propiedades. Tratamientos térmicos. Fundiciones aleadas.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Grupo 11:	
Inicio del tema: 30-03-2022	Fin del tema: 31-03-2022
Tema 8 (de 11): Aleaciones de aluminio. Propiedades. Introducción. Obtención del aluminio. Propiedades eléctricas y mecánicas del aluminio. Influencia de los elementos aleantes. Microestructuras de las aleaciones de aluminio. Corrosión de las aleaciones de aluminio y sus protecciones. Aleaciones de aluminio en la industria.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	1
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Grupo 11:	
Inicio del tema: 14-04-2022	Fin del tema: 20-04-2022
Tema 9 (de 11): Aleaciones de titanio. Introducción. Titanio. Características generales. Aleaciones de titanio. Constitución y propiedades. Aleaciones en fase a . Aleaciones en fase b . Aleaciones bifásicas a + b .Tratamientos térmicos. Envejecimiento. Comportamiento del titanio y sus aleaciones frente a corrosión.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	1
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	4
Grupo 11:	
Inicio del tema: 21-04-2022	Fin del tema: 27-04-2022
Tema 10 (de 11): El cobre y sus aleaciones. Introducción. Propiedades del Cu. Aleaciones de Cu. Latones y bronce. Cuproaluminios. Aleaciones cobre-berilio. Propiedades, tratamientos y aplicaciones.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	4
Grupo 11:	
Inicio del tema: 28-04-2022	Fin del tema: 04-05-2022
Tema 11 (de 11): Materiales para alta temperatura. Superalloys. Introducción. Características generales. Clasificación de las superaleaciones. Aleaciones base Níquel. Aleaciones base Cobalto. Superalloys base Fe.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	1
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	2
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	6
Grupo 11:	
Inicio del tema: 11-05-2022	Fin del tema: 18-05-2022

Actividad global	
Actividades formativas	Suma horas
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	54
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Trabajo en grupo]	4
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	8
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Aprendizaje cooperativo/colaborativo]	20
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	16
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	32
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Trabajo dirigido o tutorizado]	16
Total horas: 150	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS						
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año	Descripción
John E. Neely	Metalurgia y Materiales Industriales			Limusa	2000	
Bhadeshia, H.K.D.H., Honeycombe, R.W.K.	Steels. Microstructure and properties	Butterworth-Heinemann			2007	
J. Apraiz Barreiro	Tratamientos térmicos de los aceros	Dossat			2002	
J.A. Pero-Sanz Elorza	Aceros: Metalurgia física, selección y diseño	Dossat 2000			2004	
J.R. Davis	Properties and selection: nonferrous alloys and special-purpose materials	ASM International			1990	
Smallman, R.E., Bishop, R.J.	Metals and Materials. Science, processes, applications	Butterworth-Heinemann			1995	
W.F. Smith and J. Hashemi	FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	McGraw Hill			2014	
Pat L. Mangonon	Ciencia de Materiales. Selección y Diseño	Prentices Hall			2002	