



1. DATOS GENERALES

Asignatura: INDUSTRIAS MINERALÚRGICAS Y METALÚRGICAS**Tipología:** OBLIGATORIA**Grado:** 2356 - MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS**Centro:** 106 - E. ING. MINERA E INDUSTRIAL DE ALMADEN**Curso:** 1**Lengua principal de impartición:****Uso docente de otras lenguas:****Página web:****Código:** 311022**Créditos ECTS:** 6**Curso académico:** 2021-22**Grupo(s):** 50**Duración:** C2**Segunda lengua:****English Friendly:** S**Bilingüe:** N

Profesor: M ^a TERESA CUBERES MONTSERRAT - Grupo(s): 50				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
2.04, Edificio Elhuyar	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	926052849	teresa.cuberes@uclm.es	El horario de tutorías se detallará a principio de curso.
Profesor: JOSE MARIA IRAIZOZ FERNANDEZ - Grupo(s): 50				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edificio Störr-1.03	INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA	926052314	jose.iraizoz@uclm.es	

2. REQUISITOS PREVIOS

Como requisitos previos para esta disciplina se recomienda conocimientos en geología, prospección e investigación minera, mecánica e hidráulica, electricidad y electrotecnia, ,mecánica de rocas y de suelos, análisis matemático y métodos numéricos, química orgánica e inorgánica, ciencia e ingeniería de materiales, resistencia de materiales, inglés técnico.

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

El consumo de materias primas, que se incrementa cada año de forma exponencial, sitúa a los hombres cada vez más ante la necesidad de recurrir a los productos naturales de contenidos o leyes cada vez más bajas y que serían rigurosamente inutilizables sin la puesta en marcha de métodos especiales a menudo muy complejos, que requerirían un conocimiento profundo de los factores físicos y químicos. Los métodos de valorización de los minerales han llegado a alcanzar un grado de perfeccionamiento tal que permiten actualmente extraer las materias útiles para el hombre, a partir de rocas que ayer eran todavía consideradas como desprovistas de todo valor. Como se deduce de lo anterior esta es una disciplina básica y fundamental para el Ingeniero de Minas, ya que es el colofón de formación final en todos los fundamentos científicos y técnicos adquiridos a lo largo de la carrera en la aplicación de Técnicas Específicas basadas en principios científicos y criterios empíricos para el aprovechamiento y beneficio de los recursos minerales y finalmente la obtención de los metales y su transformación en útiles de interés para la sociedad.

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

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
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
CE03	Conocimiento adecuado de evaluación de proyectos y análisis de riesgo. Dirección, organización y mantenimiento. Economía y gestión de empresas. Calidad. Legislación del medio natural. Gestión del conocimiento.
CE05	Conocimiento adecuado de la tecnología de explotación de recursos minerales.
CE08	Capacidad para proyectar y ejecutar instalaciones de transporte, distribución y almacenamiento de sólidos, líquidos y gases.
CE10	Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.
CE13	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.
G01	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.
G02	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
G03	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas.
G04	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la misma.
G07	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir explotaciones de yacimientos y otros recursos geológicos.
G10	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.
G13	Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.

G17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
G19	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar plantas e instalaciones de materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

Descripción

Conocer la incidencia de los procesos de conformado y tratamiento en la microestructura y propiedades de aleaciones metálicas.

Establecer criterios selectivos de eficacia, estudiando diversas alternativas para acercarse a la solución óptima, tanto en el plano técnico como en el económico.

Resultados adicionales

Los conocimientos que adquirirán los alumnos en estas asignaturas pretenden dotarlos de las siguientes capacidades:

Habilitar para manejar correctamente, de forma oral y escrita, el lenguaje específico del tratamiento de minerales y rocas.

Conocimiento de las técnicas de trituración y molienda de los minerales y rocas a tratar.

Adquisición de criterios para evaluar, dimensionar, y seleccionar equipos para proyectar plantas de tratamiento.

Manejo y comprensión de los cálculos utilizados en las técnicas y equipos de tratamiento de minerales y rocas.

Conocer las condiciones y variables de trabajo de los equipos para diseñar las interrelaciones entre ellos (rendimiento, capacidad) los procesos de tratamiento de minerales y rocas.

Manejo de software básico de simulación de plantas de tratamiento de minerales, en particular de producción de áridos.

6. TEMARIO

Tema 1: Unidad didáctica 1: Conceptos básicos en plantas de tratamiento de minerales.

Tema 1.1 1.1 Mineralurgia y producción sostenible de materias primas minerales

Tema 1.2 1.2 Conceptos básicos de Mineralurgia

Tema 2: Unidad didáctica 2: Eficiencia energética en las plantas de procesamiento de minerales

Tema 2.1 2.1 Mejora de la eficiencia energética en plantas mineralúrgicas

Tema 2.2 2.2 Predicción de consumos energéticos en operaciones de conminución

Tema 3: Unidad didáctica 3: Mineralogía de proceso. Toma de muestras. Caracterización de flujos

Tema 3.1 3.1 Sistemas de muestreo en plantas de tratamiento de minerales

Tema 3.2 3.2 Control de granulometrías, leyes, caudales y diluciones.

Tema 4: Unidad didáctica 4: Trituración: Dimensionamiento de operaciones y equipos. Circuitos y etapas de trituración.

Tema 4.1 4.1 Diseño de sistemas de trituración primaria

Tema 4.2 4.2 Diseño de sistemas de trituración secundaria

Tema 5: Unidad didáctica 5: Molienda: Dimensionamiento equipos y selección de condiciones operacionales. Circuitos de molienda en húmedo y seco.

Tema 5.1 5.1 Diseño de sistemas de molienda de molinos de barras y bolas

Tema 5.2 5.2 Diseño de sistemas de molienda autógena

Tema 5.3 5.3 Diseño de otros sistemas de molienda.

Tema 6: Unidad didáctica 6: Cribado y clasificación: Sistemas y dimensionamiento de equipos.

Tema 6.1 6.1 Principios de diseño de sistemas de cribado

Tema 6.2 6.2 Principios de diseño de sistemas de clasificación

Tema 6.3 6.3 Diseño y control de circuitos de molienda y clasificación

Tema 7: Unidad didáctica 7: Concentración física. Sistemas de concentración gravimétricos, magnéticos, electrostáticos, especiales.

Tema 7.1 7.1 Principios de diseño de sistemas de concentración gravimétricos

Tema 7.2 7.2 Principios de diseño de sistemas de concentración magnéticos y electrostáticos

Tema 7.3 7.3 Otros sistemas de separación

Tema 8: Unidad didáctica 8: Flotación por espumas. Circuitos de flotación. Sistemas de flotación de minerales metálicos. Sistemas de flotación de minerales industriales

Tema 8.1 8.1 Principios de diseño de circuitos de flotación por espumas

Tema 8.2 8.2 Sistemas de flotación de minerales metálicos: casos de estudio

Tema 8.3 8.3 Sistemas de flotación de minerales industriales: casos de estudio

Tema 9: Unidad didáctica 9: Mineralurgia y Reciclaje. Plantas de reciclaje de residuos de construcción y demolición. Minería secundaria. Minería urbana

Tema 9.1 9.1 Aplicación de la tecnología mineralúrgica al reciclaje de RCD

Tema 9.2 9.2 Aplicación de tecnología mineralúrgica a la producción de materias primas secundarias y minería urbana

Tema 9.3 9.3 Casos de estudio

Tema 10: Unidad didáctica 10: Estimación de costes de equipos y plantas de tratamiento de minerales. Metodologías y casos de estudio.

Tema 10.1 10.1 Introducción a la metodología CAPCOST

Tema 10.2 10.2 Estimación de costes de equipos

Tema 10.3 10.3 Estimación de costes de plantas de tratamiento de minerales.

Tema 11: Unidad didáctica 11: Diseño de plantas de tratamiento de minerales mediante simulación matemática

Tema 11.1 11.1 Elaboración de diagramas de flujo en MODSIM, definición de datos de entrada y de parámetros de los modelos unitarios.

Tema 11.2 11.2 Estrategias de optimización de una planta de tratamiento de áridos mediante MODSIM

Tema 12: Metalotecnia

Tema 12.1 1. Introducción a la metalotecnia. Objetivos de aprendizaje.

Tema 12.2 2. Procesos de conformado.

Tema 12.3 3. Tratamientos térmicos de aleaciones metálicas.

Tema 12.4 4. Control de calidad.

COMENTARIOS ADICIONALES SOBRE EL TEMARIO

Temario de prácticas de laboratorio:

Procesos de conformado: Moldeo en arena.

Tratamientos térmicos de los aceros: Procesos de recocido, normalizado, temple y revenido. Ensayo Jominy.

Ensayos no destructivos: Ensayo por líquidos penetrantes.

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 teórica no presencial [AUTÓNOMA]	Método expositivo/Lección magistral		1.2	30	S	N	
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas		0.6	15	S	N	
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL]	Aprendizaje basado en problemas (ABP)		0.16	4	S	N	
Talleres o seminarios [PRESENCIAL]	Seminarios		0.16	4	S	N	
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]			3.6	90	N	-	
Prueba final [PRESENCIAL]			0.16	4	S	S	
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas		0.12	3	S	N	
Total:			6	150			
Créditos totales de trabajo presencial: 1.2			Horas totales de trabajo presencial: 30				
Créditos totales de trabajo autónomo: 4.8			Horas totales de trabajo autónomo: 120				

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
Elaboración de memorias de prácticas	20.00%	20.00%	
Actividades de autoevaluación y coevaluación	30.00%	30.00%	
Resolución de problemas o casos	10.00%	10.00%	
Examen teórico	30.00%	30.00%	
Valoración de la participación con aprovechamiento en clase	10.00%	10.00%	
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 evaluación ordinaria de la signatura contemplará tanto el valor obtenido en la prueba final (está prueba consistirá en una serie de ejercicios cuya temática tratará de englobar la mayor parte de los aspectos de la asignatura, estableciéndose los baremos de evaluación en cada pregunta), los trabajos y prácticas elaboradas a lo largo del curso y la participación con aprovechamiento en clase. Para aquellos estudiantes que no hayan entregado los trabajos y las prácticas de clase se le incorporará a la prueba final una serie de preguntas relacionadas con estos temas, cuya valoración total será del 30% de la nota final de la prueba.

Se valorará la participación en las prácticas de laboratorio (30%), la realización de las actividades on-line y trabajos presentados (30%) y la prueba final (40%). Haber completado todas las actividades on-line, realizado las prácticas de laboratorio, y entregado los informes y trabajos exigidos será un requisito para superar la asignatura.

Evaluación no continua:

No se ha introducido ningún criterio de evaluación

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

La evaluación ordinaria de la asignatura contemplará tanto el valor obtenido en la prueba final (está prueba consistirá en una serie de ejercicios cuya temática tratará de englobar la mayor parte de los aspectos de la asignatura, estableciéndose los baremos de evaluación en cada pregunta), los trabajos y prácticas elaboradas a lo largo del curso y la participación con aprovechamiento en clase. Para aquellos estudiantes que no hayan entregado los trabajos y las prácticas de clase se le incorporará a la prueba final una serie de preguntas relacionadas con estos temas, cuya valoración total será del 30% de la nota final de la prueba.

En la convocatoria extraordinaria se evaluará la asignatura en base al examen final extraordinario. Haber completado todas las actividades on-line, realizado las prácticas de laboratorio, y entregado los informes y trabajos exigidos será un requisito para superar la asignatura.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	12
Prueba final [PRESENCIAL][]	4
Comentarios generales sobre la planificación: Las clases se imparten online salvo la semana 15, en la que se realizan prácticas/talleres y exámenes en la EIMIA de forma presencial.	
Tema 1 (de 12): Unidad didáctica 1: Conceptos básicos en plantas de tratamiento de minerales.	
Actividades formativas	Horas

Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	3
Periodo temporal: Semana 1	
Tema 2 (de 12): Unidad didáctica 2: Eficiencia energética en las plantas de procesamiento de minerales	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	6
Periodo temporal: Semana 2	
Tema 3 (de 12): Unidad didáctica 3: Mineralogía de proceso. Toma de muestras. Caracterización de flujos	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	3
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	7.5
Periodo temporal: Semana 3	
Tema 4 (de 12): Unidad didáctica 4: Trituración: Dimensionamiento de operaciones y equipos. Circuitos y etapas de trituración.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	3
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	3
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	10.5
Periodo temporal: Semanas 4 - 5	
Tema 5 (de 12): Unidad didáctica 5: Molienda: Dimensionamiento equipos y selección de condiciones operacionales. Circuitos de molienda en húmedo y seco.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	3
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	9
Periodo temporal: Semana 6	
Tema 6 (de 12): Unidad didáctica 6: Cribado y clasificación: Sistemas y dimensionamiento de equipos.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	4
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	7.5
Periodo temporal: Semanas 7-8	
Tema 7 (de 12): Unidad didáctica 7: Concentración física. Sistemas de concentración gravimétricos, magnéticos, electrostáticos, especiales.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	3
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	7.5
Periodo temporal: Semana 9	
Tema 8 (de 12): Unidad didáctica 8: Flotación por espumas. Circuitos de flotación. Sistemas de flotación de minerales metálicos. Sistemas de flotación de minerales industriales	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	3
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	7.5
Periodo temporal: Semana 10	
Tema 9 (de 12): Unidad didáctica 9: Mineralurgia y Reciclaje. Plantas de reciclaje de residuos de construcción y demolición. Minería secundaria. Minería urbana	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	4.5
Periodo temporal: Semana 11	
Tema 10 (de 12): Unidad didáctica 10: Estimación de costes de equipos y plantas de tratamiento de minerales. Metodologías y casos de estudio.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	4.5
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Periodo temporal: Semana 12	
Comentario: Las prácticas se realizan durante la semana presencial en la EIMIA	
Tema 11 (de 12): Unidad didáctica 11: Diseño de plantas de tratamiento de minerales mediante simulación matemática	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	6
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Periodo temporal: Semana 13	
Comentario: Las prácticas/ejercicios se realizan durante la semana presencial en la EIMIA	

Tema 12 (de 12): Metalotecnia	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	4.5
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	1
Periodo temporal: Semana 14	
Comentario: Las prácticas se realizan durante la semana presencial en la EIMIA.	
Actividad global	
Actividades formativas	Suma horas
Enseñanza teórica no presencial [AUTÓNOMA][Método expositivo/Lección magistral]	30
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][]	90
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Aprendizaje basado en problemas (ABP)]	4
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	4
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	3
Prueba final [PRESENCIAL][]	4
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	15
Total horas: 150	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS					
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población ISBN	Año	Descripción
FUERSTENEAU, D.W, Han, K. N	Principles of Mineral Processing	SME. New York		2003	
GUPTA, A. and YAN, D.S.,	Mineral Processing Design and Operation	ELSEVIER		2006	
KELLY, E. G., SPOTTISWOOD, D.J.,	Introducción al procesamiento de minerales.	Editorial Limusa. México.		1990	
MITROFANOV, S.I., BARSKI, L.A., SAMYGIN, V.D	Investigación de la capacidad de enriquecimiento de los minerales.	Ed. MIR, Moscú		1982	
MULAR, A.L.,BHAPPU,R.B	Diseño de plantas de proceso de minerales.2 tomos.	EDITORIAL ROCAS Y MINERALES		1982	
WILLS, B.A., Finch, J	Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery	Ed.Butterworth- Heinemann, Oxford.		2015	
FUEYO, L	Equipos de trituración, molienda y clasificación.	EDITORIAL ROCAS Y MINERALES		1999	
KING, P.,	Modeling and simulation of mineral processing systems	Ed.Butterworth- Heinemann, Oxford		2001	
Mikell Groover	Fundamentos de manufactura moderna	McGraw-Hill Interamericana de España S.L.		2007	
Segundo Barroso Herrero y Manuel Carsí Cebrián	Procesado y puesta en servicio de materiales	UNED		2013	
Michael F. Ashby, David R. H. Jones	Materiales para Ingeniería 2. Introducción a la microestructura, el procesamiento y el diseño.	Reverté		2009	
DRYZMALA, J	Mineral processing: Foundations of theory and practice of minerallurgy	Disponible on-line en: http://www.dbc.wroc.pl/Content/2070/Drzymala_mineral.pdf		2017	
William D. Callister Jr. and David G. Rethwisch	Ciencia e Ingeniería de Materiales	Reverté		2015	
José Antonio Puértolas Ráfales, Ricardo Ríos Jordana, Miguel Castro Corella	Tecnología de los materiales en ingeniería (Vol 1 y 2)	Síntesis		2016	