



Máster en Ciencia y Tecnología Químicas
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Complutense de Madrid

Guía docente
Escenarios 1, 2 y 3:

PREPARACIÓN Y RECICLADO DE
MATERIALES

Código: 605210

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2021-2022

ESCENARIO 1. PRESENCIAL

Nombre de la asignatura (Subject name)

Preparación y reciclado de materiales
Preparation and recycling of materials

Duración

Primer semestre

Créditos ECTS /Carácter

6 ECTS / Obligatorio

Contenidos básicos (Subject knowledge)

Aspectos termodinámicos y cinéticos de los procesos de obtención de materiales. Procesos pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos de preparación de diferentes materiales metálicos. Vida útil de los materiales. Planificación de estrategias industriales para la valorización de materiales de naturaleza diferente y mezclados. Posibilidades de reutilización y reciclado.

Thermodynamics and kinetics of metal extraction processes. Pirometallurgical, hydrometallurgical and electrometallurgical extraction processes. Life cycle analysis. Development of industrial strategies for valorizing different materials in mixtures. Possibilities for reusing and recycling.

Profesores y ubicación

Profesor	María Luisa Blázquez Izquierdo; María Isabel Barrena Pérez; Endzhe Matykina; Profesor Ayudante Dr. 2; Profesor Ayudante Dr. 3; Profesor Ayudante Dr. 4.
Despacho	
Departamento	Ingeniería Química y de Materiales
Correo electrónico	mlblazqu@ucm.es ; ibarrena@quim.ucm.es ; e.matykina@quim.ucm.es

Objetivos y competencias (Abilities and Skills)

OBJETIVOS

1. Proporcionar una base sólida y equilibrada de conocimientos sobre la preparación y reciclado de materiales.

2. Desarrollar en los estudiantes capacidades que les permitan aplicar los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, a la resolución de problemas en entornos nuevos o dentro de contextos poco conocidos tanto de la ciencia de materiales como multidisciplinarios.
3. Generar en el estudiante, mediante la educación en ciencia de materiales, la sensibilidad necesaria para formular juicios, a partir de una información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos.
4. Desarrollar herramientas de aprendizaje, mediante la educación en ciencia de materiales, que permitan a los estudiantes continuar su formación de un modo autodirigido o autónomo.
5. Generar en el estudiante el gusto por la investigación científica.

ABILITIES

1. *To provide students with the proper basis of knowledge on preparation and recycling of materials.*
2. *To promote the development of abilities in students in order to deal with and to solve theoretical and practical questions in new fields of materials science and related areas.*
3. *To promote in students, through materials science education, sensitivity for giving opinions, having an incomplete or limited information, including thoughts on social and ethic liabilities related to the knowledge acquired.*
4. *To develop learning tools in students, through materials science education, to continue their educational formation in an autonomous way.*
5. *To promote in students enjoyment for research.*

COMPETENCIAS GENERALES

- CG1.- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de problemas relacionados con la preparación y reciclado de materiales.
- CG2.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas para resolver problemas de interés científico y social en el contexto de la preparación y reciclado de materiales.
- CG4.- Reconocer y evaluar la calidad de los resultados teóricos y prácticos utilizando las herramientas adecuadas.
- CG5.- Utilizar y reconocer la tecnología de los materiales para poder resolver problemas en el entorno de los mismos.
- CG6.- Conocer y comprender los fundamentos científicos del mundo de los materiales y sus interrelaciones entre la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones.
- CG7.- Correlacionar la composición con la estructura y propiedades de los materiales.

GENERAL SKILLS

- CG1.- To integrate knowledge on preparation and recycling of materials in order to deal with complex related questions.*
- CG2.- To develop abilities on theory and practice in order to solve scientific and social questions of interest in preparation and recycling of materials.*
- CG4.- To recognize and evaluate qualitatively theoretical and practical results using the proper tools.*
- CG5.- To use and recognize the technology of materials in order to solve real problems.*
- CG6.- To know and understand the scientific basis of the materials and the relationship between structure, properties, processing and applications.*
- CG7.- To establish the relationship between materials composition and their structure and properties.*

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE7.- Formular juicios a partir de información de la ciencia de materiales en desarrollo, que incluya reflexión sobre responsabilidades sociales, reciclado y sostenibilidad.*
- CE8.- Seleccionar y utilizar los distintos procedimientos de obtención de los materiales metálicos.*

SPECIFIC SKILLS

- SS7.- To give opinions using materials science information in progress, including thoughts on social, recycling and sustainable liabilities.*
- SS8.- To select and use different metal extraction processes.*

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT1.- Elaborar, escribir y defender informes de carácter científico y técnico.*
- CT2.- Trabajar en equipo.*
- CT3.- Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente.*
- CT4.- Demostrar capacidad de auto-aprendizaje.*
- CT5.- Demostrar compromiso ético.*
- CT6.- Comunicar resultados de forma oral/escrita.*
- CT7.- Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación.*
- CT8.- Demostrar motivación por la investigación científica.*

GENERIC COMPETENCES

- GC1.- To elaborate, write and defend scientific and technical reports.*
- GC2.- To work in multidisciplinary teams.*
- GC3.- To assess the importance of sustainability and respect for the environment.*
- GC4.- To demonstrate self-learning ability.*
- GC5.- To show ethical commitment.*
- GC6.- To communicate results orally and in writing.*
- GC7.- To work safely in research labs.*
- GC8.- To show motivation for scientific research.*

Contextualización en el Máster

La asignatura 2.2.1: “Preparación y reciclado de materiales” se oferta en la Materia optativa 2.2: “Ciencia y Tecnología de Materiales” que se encuadra dentro del módulo obligatorio Módulo 2: “Especialización”.

Programa de la asignatura

BLOQUE I. PREPARACIÓN DE MATERIALES METÁLICOS

- Tema 1. Extracción de los metales: Generalidades y evolución histórica
- Tema 2. Minería metálica y operaciones preparatorias
- Tema 3. Fundamentos termodinámicos y cinéticos de los procesos de extracción
- Tema 4. Procesos Pirometalúrgicos de metales de interés tecnológico
- Tema 5. Procesos Electrometalúrgicos de metales de interés tecnológico
- Tema 6. Procesos Bio-Hidrometalúrgicos de metales de interés tecnológico

BLOQUE II. RECICLADO DE MATERIALES

- Tema 7. Introducción al reciclado de materiales
- Tema 8. Reciclado de metales féreos
- Tema 9. Reciclado de metales no féreos
- Tema 10. Reciclado de materiales no metálicos
- Tema 11. Reciclado de materiales mezclados

Resultados del aprendizaje (*learning outcomes*)

1. Tener conocimiento de las posibilidades que ofrece la Metalurgia Extractiva para la recuperación de metales a partir de menas minerales.
2. Conocer los fundamentos termodinámicos y cinéticos que gobiernan los procesos extractivos.
3. Identificar y saber aplicar los tratamientos pirometalúrgicos, electrometalúrgicos y bio-hidrometalúrgicos para la obtención de metales a partir de menas minerales.
4. Tener conocimiento de las posibilidades que ofrece el reciclado para la recuperación de materiales metálicos y no metálicos.

1. *To be aware of the possibilities that Extractive Metallurgy offers in the recovery of metals from raw ores.*
2. *To know the basic aspects of thermodynamics and kinetics governing metal extraction processes.*
3. *To identify and know how to apply pyrometallurgical, electrometallurgical and bio-hydrometallurgical technologies in the recovery of metal from raw ores.*
4. *To be aware of the possibilities that recycling offers in the recovery of metallic and non-metallic materials.*

Metodología y programación docente

METODOLOGIA

Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en clases de teoría y seminarios y prácticas de laboratorio.

En las clases de teoría los profesores darán a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. En cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el Campus Virtual. En las clases de teoría se intercalarán algunas sesiones de vídeos científicos para acercar al estudiante a la práctica industrial. Se considerará la posibilidad de que algunas clases sobre materias especializadas sean impartidas por profesores invitados.

Las clases de seminarios y tutorías tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios. Se propondrán trabajos para la realización por parte de los alumnos, trabajos que serán presentados mediante una exposición oral y/o escrita.

Se desarrollarán las prácticas de laboratorio con contenidos relacionados con la parte teórica.

PROGRAMACION DOCENTE

Actividad	Presencial (hrs)	Trabajo autónomo (hrs)	Créditos ECTS
Clases teóricas/Theory classes	40	60	4,0
Seminarios/Seminars	5	7,5	0,5
Tutorías/ Tutorials	2	3	0,2
Laboratorio/ Lab	6	4,5	0,42
Preparación de trabajos y exámenes	3	19	0,88
Total	56	94	6

Evaluación del aprendizaje

El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo a la calificación del examen final oral o escrito (40%), y la evaluación del trabajo personal en el laboratorio, ejercicios y revisiones científicas (40%), así como la participación en tutorías y seminarios (20%).

Para poder ser evaluado el estudiante deberá haber participado, al menos, en el 70% de las actividades presenciales.

Las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003.

Idioma o idiomas en que se imparte

Castellano (se incluirá terminología en inglés).

Bibliografía y recursos complementarios

- Ballester, A., Sancho, J. y Verdeja, L.F. (2000). "Metalurgia Extractiva". Vols. 1 y 2. Ed. Síntesis, Madrid.
- Gupta, C.K. and Mukherjee, T.C. (1990). "Hydrometallurgy in Extraction Processes". Vols. I and II. CRC Press, USA.
- Rosenqvist, T. (1983). "Principles of Extractive Metallurgy". McGraw-Hill, London.
- Gilchrist, J.D. (1989). "Extraction Metallurgy". Pergamon Press, London.
- Wills, B.A. (1992). "Mineral Processing Technology". Pergamon Press, Oxford.
- Rich, V. (Ed.) (2001). "The International Scrap and Recycling Industry Handbook". Woodhead Publishing Ltd. Cambridge.
- Gómez, M.R. y Gil, J.R. (1997) "Los Plásticos y el Tratamiento de sus Residuos". UNED, Madrid.
- Ramachandra, R. (2006). "Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes". Elsevier, Amsterdam.
- Lund, H.F. (1996). "Manual McGraw-Hill de Reciclaje". McGraw-Hill, Madrid.
- Tchobanoglous, Theisen, Vigil. (1996). "Gestión Integral de Residuos Sólidos". McGraw-Hill.

ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

Metodología

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
 - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Google Meet, Microsoft Teams o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación .ppt y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Prácticas de laboratorio** previstas con una presencialidad general mínima del 60% para poder cumplir con la distancia social necesaria. Atendiendo a las particularidades de cada práctica, si es posible en algún caso la presencialidad podrá verse modificada ligeramente. La organización docente experimental se sustenta en los siguientes aspectos:
 - Se tiene previsto la resolución de un test antes del inicio de cada sesión.
 - La impartición de cada sesión de prácticas se estructura en tres partes: introducción teórico-práctica, procedimiento experimental y tratamiento de resultados.
 - El procedimiento experimental se desarrollará de forma presencial. En los casos en los que esto no pueda ser viable se prevé la utilización de material grabado o de vídeos comerciales.
 - Las otras dos partes serán impartidas atendiendo a alguno de estas situaciones, o combinaciones entre ellas:
 - (a) Presenciales en un aula, manteniendo así mayor distancia social.
 - (b) Virtuales en sesiones síncronas
 - (c) Virtuales en sesiones asíncronas.
 - El material docente empleado será el mismo que el utilizado en el Escenario 1, además de material escrito en forma de manuales, resultados

numéricos y gráficos y/o presentaciones en PowerPoint acompañadas de explicaciones.

- Todo el material estará a disposición de los alumnos con antelación a través del Campus Virtual.

- **Tutorías Individuales**

Se realizarán por vídeo conferencia y/o correo electrónico.

- **Seguimiento del alumnado**

En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.

En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Microsoft Teams), el nombre de los asistentes (Google Meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

Evaluación del aprendizaje

Se realizarán exámenes presenciales y la evaluación descrita en el procedimiento del Escenario 1.

ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

Metodología

- **Clases de teoría y seminario** que serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido y (b) asíncronas.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en los Escenarios 1 y 2, presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz donde se incluyen las explicaciones necesarias como si fuese una clase presencial, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Como en los Escenarios anteriores, todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
 - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Google Meet, Microsoft Teams o Zoom.
- **Prácticas de laboratorio** que se desarrollarán como en el Escenario 2, pero el procedimiento experimental presencial será reemplazado por distintas posibles alternativas: material escrito a modo de tutorial donde se describa detalladamente el procedimiento, grabaciones previas de los experimentos y vídeos de experiencias similares que garanticen la adquisición de las habilidades y competencias que se pretende.
- **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2.
- **Seguimiento del alumnado**

Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

Evaluación del aprendizaje

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Identificación de estudiantes:**

En los minutos anteriores al inicio del examen, los alumnos deberán entregar un documento de compromiso escrito a mano y digitalizado en formato PDF, aceptando las normas para la realización de la prueba. El texto del documento, elaborado por el Departamento, estará disponible en el espacio de la asignatura del Campus Virtual. En dicho documento se deberá hacer constar: nombre y apellidos, firma, lugar y copia del DNI. La identificación de los alumnos que realicen el examen se llevará a cabo a través de: (i) entrada al Campus Virtual para poder visualizar los enunciados del examen **exclusivamente a través de correos @ucm.es**, (ii) imagen de vídeo a través de Google Meet o Microsoft Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil) ubicando la misma de la manera especificada por el profesor, (iii) documento de compromiso, y (iv) posible comprobación telemática a lo largo del examen por parte del profesor.

- **Tipo de examen:**

- **Particularizar para la asignatura (Tareas o cuestionarios)**

El examen se diseñará en el Campus Virtual (Moodle) a través de la herramienta de Tareas, de tal manera que diferentes estudiantes pueden acceder a exámenes diferentes.

- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

Durante la realización de la prueba, los alumnos deberán tener conectada una cámara (del ordenador o del móvil) que haga posible la comprobación por parte del profesor del cumplimiento del compromiso firmado por el alumno para realizar el examen de forma individual y con los medios indicados.

- **Revisión de exámenes:**

Los estudiantes que deseen revisión se pondrán en contacto con los profesores de su grupo mediante correo electrónico y se establecerá el horario de revisión individual mediante Microsoft Teams/Google Meet. El estudiante conservará copia de los ficheros PDF enviados como respuesta del examen para facilitar la revisión. Por otra parte, el profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen dentro del plazo que se establezca para la revisión de los mismos que se notificará en el CV.

- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

El profesor conservará los ficheros (en el formato electrónico que se especifique) del ejercicio de examen enviados por el estudiante, con las calificaciones parciales que estime oportunas. Además, si se estima oportuno, se podrá proceder a la grabación de la sesión del examen, con las limitaciones establecidas por la UCM, para posterior revisión si fuera necesario. Dicha grabación, de efectuarse, se almacenará con las medidas de seguridad necesarias en equipos de UCM y será eliminada pasado el tiempo de revisión.