UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

GUÍA DE APRENDIZAJE

RECICLAJE DE MATERIALES METÁLICOS

GRADO EN INGENIERÍA MINERALÚRGICA Y METALÚRGICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	65005013	3	4.5 ECTS	OBLIGATORIA	SEGUNDO SEMESTRE

IDIOMA
ESPAÑOL

CENTRO RESPONSABLE
E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

DEPARTAMENTO RESPONSABLE
INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINERA

COORDINADOR/A
ANA MARÍA MÉNDEZ LÁZARO - anamaria.mendez@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

• FUNDAMENTOS DE METALURGIA EXTRACTIVA (65005003)
• QUIMICA I (65001055)
• QUIMICA II (65001056)
• QUIMICA FISICA (65001021)

OTRAS RECOMENDACIONES

—

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 1/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

HAB8	Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares. TIPO: Habilidades o destrezas
HAB9	Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. TIPO: Habilidades o destrezas
HAB6	Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental y, en general, de tecnologías ambientales, sostenibilidad y tratamiento de residuos. TIPO: Habilidades o destrezas
CON14	Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería mineralúrgica, metalúrgica y de la Tecnología de Materiales.TIPO: Conocimientos o contenidos
HAB10	Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional. TIPO: Habilidades o destrezas
C13	Capacidad para aplicar los principios de economía circular en la obtención, procesado, diseño y reciclaje de materiales metálicos. TIPO: Competencias
C5	Comprender y aplicar el diseño, operación y mantenimiento de plantas metalúrgicas y de reciclaje de materiales metálicos. TIPO: Competencias

Resultados de aprendizaje

RA115	Conocimiento de las relaciones de los procesos de reciclaje de metales con el mercado de metales, el medio ambiente y la calidad del metal final producido.
RA114	Conocimientos de las tecnologías utilizadas en la obtención de metales no férreos a partir de residuos.
RA113	Conocimiento de las tecnologías utilizadas en el reciclaje del acero
RA111	Conocimiento de los fundamentos del reciclaje de metales

DESCRIPCIÓN

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 2/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

En esta asignatura se aplican los fundamentos de metalurgia extractiva al reciclaje de metales. Se estudian de forma detallada los procesos de reciclaje del acero y los principales metales no férreos. Además, el alumno conocerá los últimos avances en la recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías (baterías, catalizadores, aerogeneradores, pilas de combustible, paneles fotovoltaicos y otros residuos electrónicos).

TEMARIO

1. **Fundamentos del reciclaje de materiales metálicos y economía circular**
2. **Reciclaje del acero**
3. **Reciclaje de metales no férreos**
4. **Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías**

ACTIVIDADES

Actividad evaluable Actividad formativa

Tema 1. Fundamentos del reciclaje de materiales metálicos y economía circular

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	06h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 2. Reciclaje del acero

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	03h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 3/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Tema 2. Reciclaje del acero

SEMANAS: 1 2 3 **4** 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	03h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 2. Reciclaje del acero

SEMANAS: 1 2 3 4 **5** 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	03h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Tema 2. Reciclaje del acero

SEMANAS: 1 2 3 4 5 **6** 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	03h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Tema 3. Reciclaje de metales no férreos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Primer parcial

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Otras actividades

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 4/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Parcial 1. Temas 1 y 2

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 **7** 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	01h 00m	Otro	Progresiva	40%	5

METODOLOGÍA
Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS
CON14 HAB10 HAB6 HAB8 HAB9 C13 C5

Tema 3. Reciclaje de metales no férreos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 **8** **9** 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	06h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Lección Magistral

Tema 3. Reciclaje de metales no férreos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **10** 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Clase de Problemas

Práctica I. Reciclaje de metales no férreos

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **10** 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Prácticas de Laboratorio

Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **11** **12** **13** 14 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	09h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA
Lección Magistral

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 5/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 **14** 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Clase de Problemas

Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 **14** 15 E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Lección Magistral

Práctica II. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **15** E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Prácticas de Laboratorio

Parcial 2

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **15** E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal

METODOLOGÍA: Otras actividades

Parcial 2.Temas 3 y 4

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **15** E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	01h 00m	Otro	Progresiva	40%	5

METODOLOGÍA: Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS: CON14 HAB10 HAB6 HAB8 HAB9 C13 C5

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 6/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Informe práctico

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **15** E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	01h 00m	Otro	Progresiva	20%	5

METODOLOGÍA
Trabajo Individual

RESULTADOS EVALUADOS
CON14 HAB10 HAB6 HAB8 HAB9 C13 C5

EVALUACIÓN GLOBAL

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 **E**

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	02h 00m	Aula de examen	Global	100%	5

TEMAS
T1 T2 T3 T4

METODOLOGÍA
Examen Escrito Examen oral

RESULTADOS EVALUADOS
CON14 HAB10 HAB6 HAB8 HAB9 C13 C5 RA115 RA114 RA113 RA111

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

SEMANAS: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 **E**

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	02h 00m	Aula de examen	Extraordinaria	100%	5

TEMAS
T1 T2 T3 T4

METODOLOGÍA
Examen Escrito Examen oral Examen de Prácticas

RESULTADOS EVALUADOS
CON14 HAB10 HAB6 HAB8 HAB9 C13 RA111 RA113 RA114 RA115 C5

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable · Actividad formativa · • Semana con actividad · E Período de exámenes

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 7/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 1. Fundamentos del reciclaje de materiales metálicos y economía circular	•	•														
Tema 2. Reciclaje del acero			•													
Tema 2. Reciclaje del acero				•												
Tema 2. Reciclaje del acero					•											
Tema 2. Reciclaje del acero						•										
Tema 3. Reciclaje de metales no férreos							•									
Primer parcial							•									
Parcial 1. Temas 1 y 2							•									
Tema 3. Reciclaje de metales no férreos								•	•							
Tema 3. Reciclaje de metales no férreos										•						
Práctica I. Reciclaje de metales no férreos										•						
Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías											•	•	•			
Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías														•		
Tema 4. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías														•		
Práctica II. Recuperación de metales de residuos procedentes de nuevas tecnologías															•	
Parcial 2															•	

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 8/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Parcial 2.Temas 3 y 4															•	
Informe práctico															•	
EVALUACIÓN GLOBAL																•
EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Evaluación progresiva

La calificación final por evaluación progresiva se obtendrá como media ponderada de las pruebas que sean realizadas a lo largo del curso, incluido el informe práctico (realización de prácticas de laboratorio y ejercicios prácticas)

Evaluación I (40%), Evaluación II (40%), Informe práctico (20%).

Será necesaria una nota mínima de 5 sobre 10 en cada una de las evaluaciones para poder aprobar por evaluación progresiva.

Evaluación final

Aquellos estudiantes que no aprueben la asignatura por evaluación progresiva se examinarán de toda la asignatura en la evaluación final. El examen final incluirá preguntas sobre las prácticas de laboratorio y ejercicios realizados en el aula, además de preguntas de teoría.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Parcial 1. Temas 1-2: 40%

Parcial 2. Temas 3-4: 40%

Informe práctico: 20%

Actividades

- Parcial 1. Temas 1 y 2 (40%)

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 9/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

- Parcial 2.Temas 3 y 4 (40%)
- Informe práctico (20%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Evaluación global: teoría+prácticas: 100%

Actividades

- EVALUACIÓN GLOBAL (100%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

Evaluación extraordinaria: 100%

Actividades

- EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA (100%)

RECURSOS

Bibliografía

METALURGIA EXTRACTIVA VOL.1 and VOL.II. A. Ballester, L. Verdeja; J. Sancho. Editorial Síntesis. Madrid, 2000
Bibliografía básica

Web

Steeluniversity
Plataforma de enseñanza on line

Equipamiento

Laboratorio de metalurgia
Equipamiento para la realización de las prácticas de laboratorio

Web

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 10/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Plataforma Moodle

Plataforma donde se suministrará información complementaria

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Agua limpia y saneamiento

Energía asequible y no contaminante

Trabajo decente y crecimiento económico

Industria, innovación e infraestructura

Ciudades y comunidades sostenibles

Producción y consumo responsables

OTRA INFORMACIÓN

En esta asignatura se trabajan los siguientes **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

ODS6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

ODS7: Energía asequible y no contaminantes.

ODS: 8: Trabajo decente y crecimiento económico.

ODS9: Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

ODS10: Ciudades y comunidades sostenibles.

ODS12: Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 11/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347

Firmado Por	Firma Automatizada	20/07/2026	Página 12/12

Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).Verifique su integridad en:
https://portafirmas.upm.es/verifirma/code/5830-746E-776BG6464R7347