



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energia

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65001038 - Electrometalurgia y Reciclaje de Materiales Metalicos**

### PLAN DE ESTUDIOS

06TM - Grado en Ingeniería en Tecnología Minera

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65001038 - Electrometalurgia y Reciclaje de Materiales Metalicos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06TM - Grado en Ingenieria en Tecnologia Minera
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Ana Maria Mendez Lazaro (Coordinador/a)	221	anamaria.mendez@upm.es	L - 11:00 - 12:00 X - 11:00 - 12:00

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Metalurgia Y Siderurgia
- Química II
- Mineralurgia
- Química I
- Química Física

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnología Minera no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG 1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Tecnología Minera.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.

CG 3 - 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.

CG 4 - Comprender el impacto de la tecnología minera en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad. desarrollando la capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito

CG 5 - 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.

CG 6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional

CG 7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la ingeniería en tecnología minera en sus actividades profesionales.

F37 - Metalurgia y tratamiento de concentrados minerales, metales y aleaciones: Industria metalurgia férrea y no férrea, aleaciones especiales, ensayos metalotécnicos, etc

F41 - Reciclaje de los materiales metálicos

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA187 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería electrometalúrgica

RA189 - Capacidad para diseñar y planificar proyectos de instalaciones electrometalúrgicas

RA188 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de reciclaje de los materiales metálicos

RA190 - Aplicar los conocimientos económicos, de calidad y medioambientales en el diseño de instalaciones electrometalúrgicas

RA191 - Aplicar los conocimientos económicos, de calidad y medioambientales en el reciclaje de materiales metálicos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En la cadena de valor de las materias primas minerales metálicas (exploración, minería, mineralurgia, metalurgia, reciclado y sustitución), la asignatura Electrometalurgia y Reciclaje de materiales metálicos comprende la aplicación de la técnica electrolítica a las cuatro últimas fases de la cadena de valor.

Se comparan las técnicas hidrometalúrgicas, entre las que se encuentra la electrometalurgia, con las técnicas pirometalúrgicas.

Se aplica la electrometalurgia acuosa a la obtención del cobre y del zinc, y la electrometalurgia térmica a la obtención del aluminio.

Se estudian asimismo el reciclado de los cuatro metales no férricos principales (aluminio, cobre, zinc y plomo).

Se explica la situación actual de la política europea de materias primas minerales metálicas en el Programa Horizonte 2020 y los programas EIP (European Innovation Partnership) y el KIC-RM (Knowledge Innovation Community-Raw Materials).

Se realizará un viaje de prácticas coordinado con la Cátedra-Empresa Atlantic Copper, donde se podrá ver en la práctica cómo funciona una instalación electrometalúrgica en empresas como Cobre Las Cruces, Atlantic Copper, Asturiana de Zinc y ALCOA.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Aplicación de la electrólisis a la obtención de metales
  - 1.1. La electrólisis acuosa en metalurgia
  - 1.2. Polarización por hidrógeno y oxígeno
  - 1.3. Electrólisis en medio ácido y básico
2. Electrólisis acuosa
  - 2.1. Diferencias y similitudes entre EW (Electrowinning) y afino electrolítico
  - 2.2. El reactor de electrólisis y sus partes
  - 2.3. Aplicaciones a la obtención del cobre y del zinc
3. Electrólisis ígnea
  - 3.1. Características de la electrólisis de sales fundidas
  - 3.2. El electrolito. Propiedades y acondicionamiento
  - 3.3. Efecto anódico
  - 3.4. Aplicación a la obtención del aluminio
4. Electrotermia
  - 4.1. Aplicación de la electrotermia a la metalurgia
  - 4.2. Principales hornos eléctricos: Hornos de arco sumergido. Hornos de arco libre. Hornos de resistencia. Hornos de inducción.
5. Introducción al reciclaje de materiales metálicos
  - 5.1. Fundamentos del reciclaje de metales
  - 5.2. Chatarras y sistemas de clasificación

6. Análisis del ciclo de vida de los materiales metálicos
  - 6.1. Fundamentos del análisis del ciclo de vida
  - 6.2. Análisis del ciclo de vida de materiales metálicos
7. Reciclaje del acero
  - 7.1. Principales sistemas de reciclaje de acero
8. Reciclado de aluminio, cobre, zinc y plomo
9. Reciclaje de pilas, baterías, catalizadores y chatarras electrónicas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
7	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Evaluación de los temas 1, 2 y 3..</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00
10	<b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



14	<b>Tema 8</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
15	<b>Tema 9</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
16			<b>Viaje de prácticas a instalaciones electrometalúrgicas.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
17				<b>EVALUACION FINAL</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Evaluación de los temas 1, 2 y 3..	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	F37 F41 CG 1 CG 2 CG 3 CG 4 CG 5 CG 6 CG 7

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	EVALUACION FINAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	F37 F41 CG 1 CG 2 CG 3 CG 4 CG 5 CG 6 CG 7

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Se valora la adquisición de conocimientos transmitidos a través de exámenes escritos.

Será necesario entregar un informe práctico de la asignatura para poder aprobar

Evaluación continua: 80% 2 exámenes parciales+20% informe práctico

Evaluación final: 100% examen

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Curso de electrometalurgia. F. Parrilla. Fundación Gómez Pardo (2005)	Bibliografía	
Ingeniería electroquímica. C.L. Mantell. Editorial Reverté (2003)	Bibliografía	
Recycling Handbook, 2nd Edition. H. F. Lund. Editorial McGrawHill (2000)	Bibliografía	
Metalurgia extractiva. Volumen 1 y 2. A. Ballester, L.F. Verdeja, J. Sancho. Editorial Síntesis (2000)	Bibliografía	Bibliografía complementaria