



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



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

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65001044 - Modelización De Plantas Mineralúrgicas Y Metalúrgicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

06TM - Grado En Ingeniería En Tecnología Minera

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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.....   | 4  |
| 6. Cronograma.....                               | 6  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 11 |
| 9. Otra información.....                         | 11 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 65001044 - Modelización de Plantas Mineralúrgicas y Metalúrgicas |
| <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 Ingeniería en Tecnología Minera                  |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía   |
| <b>Curso académico</b>                     | 2024-25  |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                             | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías *</b>                     |
|---|-----------------|---------------------------|--|
| Teresa Palacios Garcia<br>(Coordinador/a) | 342             | teresa.palacios@upm.es    | Sin horario.<br>Consultar al inicio<br>del curso |
| Carlos Grima Olmedo                       | 639             | carlos.grima@upm.es       | L - 10:00 - 12:00<br>J - 10:00 - 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

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnología Minera no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Metalurgia y siderurgia
- Mineralurgia
- Plantas de tratamiento de minerales

## 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 10 - Creatividad.

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 multidisciplinares, 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.

F32 - Diseño, operación y mantenimiento de plantas de preparación y tratamiento de minerales, rocas industriales, rocas ornamentales y residuos.

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

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA358 - RA2- Comprender las bases de la simulación de procesos.

RA219 - Capacidad para conocer, comprender, utilizar y aplicar los principios de la ingeniería mineralúrgica y metalúrgica

RA220 - Capacidad para diseñar, simular, controlar y optimizar proyectos de instalaciones mineralúrgicas y metalúrgicas

RA361 - RA4- Conocer y comprender las leyes y fenómenos básicos de la ciencia e ingeniería mineralúrgica y metalúrgica primaria y secundaria, tanto en vía hidro como pirometalúrgica, sus rasgos comunes y diferenciales y su aplicación a la simulación.

RA359 - RA3- Utilizar los programas de simulación para la modelización de procesos mineralúrgicos y metalúrgicos.

RA357 - RA1- Capacidad para realizar diagramas de flujo de procesos mineralúrgico y metalúrgicos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

#### **Mineralurgia:**

Manejo avanzado de los programas de simulación de plantas de procesamiento de minerales MODSIM, LIMN, y USIMPAC. Definir y desarrollar las estructuras de los procesos de simulación. Representar las operaciones unitarias de liberación de especies, concentración, acondicionamiento de productos, etc.

Comprensión y aplicación de las operaciones mineralúrgicas integradas en una instalación de beneficio, de forma que exista una coherencia y efectividad para la consecución de los objetivos previstos.

Análisis de las diferentes unidades operacionales que se necesitan para conseguir la concentración del mineral, o bien, su adecuación a las condiciones de mercado. Desde el proceso de liberación de las especies minerales (fragmentación), a los posibles métodos de concentración de las especies de interés, para finalmente conseguir el acondicionamiento de productos de la planta de tratamiento.

Diseño de procesos de tratamiento:

- Alimentación, transporte y almacenamiento
- Fragmentación. Trituración y molienda
- Clasificación por tamaños
- Desenlodado, atrición y lavado
- Eliminación, reducción y recuperación del agua de proceso
- Agotado e hidrociclonado
- Sedimentación, espesado y clarificación
- Filtración
- Flotación
- Concentración magnética
- Separación electrostática

#### **Metalurgia:**

Manejo de los programas de simulación USIMPAC y METSIM para la simulación de operaciones de metalurgia

extractiva y recuperativa:

- Balances de masa y energía.
- Procesos de lixiviación
- Procesos de separación sólido/líquido
- Procesos de purificación de licores de lixiviación: Carbones activos y procesos de extracción con disolventes orgánicos
- Precipitación electrolítica/electro-refino
- Procesos de digestión. Proceso Bayer
- Reducción carbotérmica
- Fusión por mata
- Conversión

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. Introducción a la simulación de procesos mineralógicos y metalúrgicos.
  - 1.1. Conocimiento general de los paquetes de simulación.
  - 1.2. Características de la simulación de procesos.
2. Tema 2. Modelización de plantas mineralúrgicas.
  - 2.1. Introducción a la simulación de procesos mineralúrgicos.
  - 2.2. Definición y desarrollo de las estructuras de los procesos de simulación.
  - 2.3. Representación de operaciones unitarias de liberación de especies.
  - 2.4. Representación de diagramas de flujo.
  - 2.5. Casos prácticos con MODSIM, LIMN y USIMPAC.
3. Tema 3. Modelización de plantas metalúrgicas.
  - 3.1. Diagramas de flujo. Tipos de corrientes. Operaciones unitarias. Reacciones químicas. Balances de materia y energía
  - 3.2. Características del programa METSIM. Aplicaciones
  - 3.3. Resolución de casos prácticos con los programas METSIM y USIMPAC

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad tipo 1   | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación   |
|-----|--|------------------|----------------|---|
| 1   | <b>Temas 1 y 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 02:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas                     |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 1</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 2   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 2</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 3   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 3</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 4   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 4</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 5   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 5</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 6   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 6</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 7   | <b>Resolución de problemas mineralurgia</b><br>Duración: 03:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas<br><br><b>Evaluación mineralurgia</b><br>Duración: 01:30<br>OT: Otras actividades formativas /<br>Evaluación |                  |                | <b>Entrega mineralurgia 7</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación Progresiva<br>No presencial<br>Duración: 00:00<br><br><b>Evaluación mineralurgia</b><br>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:30 |



|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 8  | <p><b>Tema 3</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 1</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 9  | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 2</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 10 | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 3</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 11 | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 4</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 12 | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 5</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 13 | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 6</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 14 | <p><b>Resolución de problemas metalurgia</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  | <p><b>Entrega metalurgia 7</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> |
| 15 | <p><b>Evaluación metalurgia</b><br/>Duración: 01:30<br/>OT: Otras actividades formativas /<br/>Evaluación</p>  |  |  | <p><b>Evaluación metalurgia</b><br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 01:30</p>  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  | <p><b>Evaluación Ordinaria</b><br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/>Evaluación Global<br/>Presencial<br/>Duración: 03:00</p>       |

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción             | Modalidad                                | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                              |
|------|-------------------------|--|---------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 1    | Entrega mineralurgia 1  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 2    | Entrega mineralurgia 2  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 3    | Entrega mineralurgia 3  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 4    | Entrega mineralurgia 4  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 5    | Entrega mineralurgia 5  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 6    | Entrega mineralurgia 6  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 7    | Entrega mineralurgia 7  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00    | %               | / 10        |   |
| 7    | Evaluación mineralurgia | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial    | 01:30    | 50%             | 5 / 10      | F32<br>CG 1<br>CG 2<br>CG 3<br>CG 4<br>CG 5<br>CG 6 |

|    |                       |  |               |       |     |        |   |
|----|-----------------------|--|---------------|-------|-----|--------|---|
| 8  | Entrega metalurgia 1  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 9  | Entrega metalurgia 2  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 10 | Entrega metalurgia 3  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 11 | Entrega metalurgia 4  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 12 | Entrega metalurgia 5  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 13 | Entrega metalurgia 6  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 14 | Entrega metalurgia 7  | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 5 / 10 |   |
| 15 | Evaluación metalurgia | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial    | 01:30 | 15% | 5 / 10 | F32<br>F37<br>CG 1<br>CG 2<br>CG 3<br>CG 4<br>CG 5<br>CG 6<br>CG 7<br>CG 10 |

### 7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción          | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas  |
|-----|----------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 17  | Evaluación Ordinaria | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00    | 100%            | 5 / 10      | F37<br>CG 1<br>F32<br>CG 2<br>CG 3<br>CG 4<br>CG 5<br>CG 6<br>CG 7<br>CG 10 |

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción               | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas  |
|---------------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| Evaluación Extraordinaria | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00    | 100%            | 5 / 10      | F32<br>F37<br>CG 1<br>CG 2<br>CG 3<br>CG 4<br>CG 5<br>CG 6<br>CG 7<br>CG 10 |

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación progresiva

La calificación final de la asignatura se obtendrá como media de cada una de las partes, que tienen un peso del 50% del siguiente modo:

1. **Parte de mineralurgia:** Asistencia (20%) + entrega de ejercicio de clase/propuestos (50%) + ejercicio final (30%)
2. **Parte de metalurgia:** Entrega de ejercicios propuestos en clase (70%) + ejercicio final (30%)

Es necesario obtener una nota mínima de 5/10 en cada una de las partes para aprobar.

### Evaluación global:

La calificación final de la asignatura será la obtenida en el examen final de la asignatura que tiene un peso del 100%.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones                             |
|--|--------------|---|
| Manual del usuario   | Bibliografía | LIMN, MODSIM, USIMPAC, METSIM             |
| Recursos WEB   | Recursos web | Plataforma Moddle                         |
| Laboratorio  | Otros        | Laboratorios de mineralurgia y metalurgia |
| Metalurgia Extractiva, vol. 1 y 2.<br>Autores: A. Ballester, L.F. Verdeja y<br>J. Sancho | Bibliografía | Bibliografía complementaria               |

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

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.

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

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