



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Obtención y Transformación de Materiales Metálicos

Asignatura	Obtención y Transformación de Materiales Metálicos			
Código	V09M148V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Cabeza Simo, Marta María			
Profesorado	Cabeza Simo, Marta María Feijó Vázquez, Iria			
Correo-e	mcabeza@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descripción general	Se estudian en este curso los principios de la obtención de los metales a partir de sus materias primas, de un modo sostenible. Así mismo se estudian los fundamentos de las operaciones de transformación de los metales y aleaciones para obtener las propiedades que se les exige en servicio			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A2	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.
A3	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.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
C10	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.
C14	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.
C17	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar plantas e instalaciones de materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.
D2	Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
D5	Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D6	Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D9	Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principales sistemas de extracción metalúrgica y afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente a partir de las materias primas minerales o/y chatarra.	A2 A3
Conocer las distintas operaciones metalúrgicas, desde el punto de vista termodinámico, cinético y económico. Saber calcular empleando métodos numéricos y analíticos la producción de las instalaciones y de las distintas operaciones de las plantas, así como su rendimiento, además de la cantidad de residuos (escorias, gases de chimenea, licores de lixiviación y electrolitos agotados, lodos residuales...). Evaluar en función de lo anterior la viabilidad del proceso desde el punto de vista económico y medioambiental.	A4 C10 C14 D2 D5
Conocer la normativa europea referente a los materiales metálicos y su nomenclatura de acuerdo a su composición química.	D6 D9
Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación. Conocer los problemas que presentan las aleaciones metálicas durante la solidificación y como influyen en su comportamiento en servicio. Saber como minimizar dichos problemas.	A2 A3 A4 A5 C10 C17 D2 D5 D6 D9
Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férricas. Ser capaz de establecer la serie de ensayos bajo norma que es necesario realizar para comprobar que el tratamiento térmico es el correcto.	A2 A3 A4 C10 C14 D2 D5 D6 D9
Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones. Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío.	A3 A5 C10 C17 D2 D5 D6 D9
Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido. Ser capaz de establecer la serie de ensayos bajo norma que hay que realizar para comprobar que el proceso ha sido el correcto.	A2 A3 C10 C14 C17 D2 D5 D6 D9

## Contenidos

Tema	
Generalidades.	Menas y chatarra. Ensayos de caracterización mineralurgia y de composición. Metales y aleaciones. Aceros: Clasificación y normativa. Aleaciones de Aluminio: Clasificación y normativa.
Operaciones Concentración.	Químicas. Evaluación termodinámica: Diagramas de Kelloggs. Aglomeración. Balance de Materia de Operaciones de Concentración.
Pirometalurgia.	Diagramas de Ellingham. Fusión reductora - Horno Alto-. Fusión oxidante. Escorias. Electrolisis ígnea. Evaluación termodinámica. Cálculos de balances de Materia en cada caso.
Hidrometalurgia.	Diagramas de Pourbaix. Reacciones de lixiviación y reactivos. Concentración y purificación de licores. Recuperación del metal/compuesto. Recuperación electrolítica: Cálculo de los parámetros de operación.

Afino.	Térmico: oxidación, desulfuración, defosforación. Fusión de chatarras y su afinado. Balance de materia en cada caso. Electrolítico: Cálculo de los parámetros de operación.
Colada.	Semicontinua. Continua. Fundición. Defectos
Tratamientos Térmicos	Homogeneización. Tratamientos térmicos de aceros al carbono y fundiciones: recocidos, normalizado, temple (ensayo Jominy), revenido, maleabilización. Tratamientos térmicos de aleaciones no férricas: hipertemple y envejecimiento.
Conformado.	Fundamentos y operaciones del conformado en frío. Recristalización. Fundamentos y operaciones del conformado en caliente.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Lección magistral	16	16	32
Talleres	6	2	8
Seminario	5	3	8
Prácticas de laboratorio	8	2	10
Prácticas con apoyo de las TIC	0	2	2
Resolución de problemas	6	7	13
Presentación	2	2	4
Resolución de problemas de forma autónoma	2	10	12
Salidas de estudio	0	4	4
Eventos científicos	0	2	2
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	10	10
Examen de preguntas objetivas	1	10	11
Examen de preguntas de desarrollo	2	10	12
Estudio de casos	1	20	21

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Introducción del curso, temario, fuente bibliográfica, prueba de conocimientos previos. Se explicarán las distintas actividades a realizar durante el curso. Sistema de evaluación.
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos más complejos de la materia, así como las bases teóricas y directrices de estudio de los temas. Serán clases participativas para incidir en los aspectos de más dificultad.
Talleres	Se prepararan algunas actividades para realizar en grupos de tres estudiantes, en el laboratorio o en el aula. Se realizarán aplicando la metodología de aprendizaje colaborativo muy útil cuando hay que resolver problemas complejos. A lo largo de las sesiones realizarán pruebas prácticas que deben entregar para su evaluación (parte de evaluación). Incluidos en Estudio de Casos
Seminario	Se tratarán temas concretos en pequeños grupos de tres personas como máximo. Los/as alumnos/as realizarán entregables en clase que se califican. La nota es para el grupo. Incluido en estudio de casos.
Prácticas de laboratorio	Prácticas realizadas en el laboratorio experimental en grupos, con guión y atendiendo a la normativa aplicable pero el grupo será autónomo en la realización de la práctica. Prácticas en el laboratorio informático en el que se usan módulos de un programa de ordenador empleado por distintas empresas, con objeto de estudiar desde el punto de vista termodinámico los procesos metalúrgicos.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se plantean cuestionarios (moodle) y actividades H5P (videos interactivos, actividades de rellena huecos y preguntas) para realizar de modo autónomo que les permita en algún caso recordar conceptos necesarios de cursos anteriores y se realiza previa a los seminarios talleres o prácticas de laboratorio. Además se utiliza para que el alumnado repase conceptos vistos en clase.
Resolución de problemas	Se realizarán una serie de problemas de forma individual o en grupo en clase con apoyo del/de la profesor/a para las partes más complejas. Se entregarán para calificación.
Presentación	Se realizarán presentaciones de los ejercicios, entregables y trabajos en talleres, será a sorteo, un/a alumno/a por grupo y la nota será para todo el grupo
Resolución de problemas de forma autónoma	Una serie de ejercicios y problemas que el/la alumno/a resolverá en fecha e examen
Salidas de estudio	Se realizará al menos una visita a empresas metalúrgicas de las zona con lo que se intenta que el alumnado entienda el carácter multidisciplinar de esta ingeniería: sus aspectos económicos y sociales, así como las medidas de seguridad y salud que se plantean, sin olvidarse de su problemática energética y medioambiental.

Eventos científicos	Esta metodología está orientada a trabajar la perspectiva de género en la materia. Los estudiantes tendrán algunas charlas en MOOVI para visionar y luego contestar cuestiones. Dichas charlas están relacionadas con temas de actualidad en la Ingeniería de Minerales y Materiales. Los aspectos que se tratan pueden estar relacionados con la sostenibilidad de la industria mineralúrgica y metalúrgica, nuevos materiales, nuevas tecnologías... Las charlas serán impartidas por mujeres expertas en estos temas con objeto de visibilizar su presencia en este ámbito.
---------------------	--

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja del temario de clase expositiva. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.
Resolución de problemas	Durante los seminarios, en tutorías y vía correo electrónico se darán indicaciones y se proporcionará ayuda puntual para ayudar a resolver los problemas. No se resuelven en tutorías. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.
Talleres	Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja en el periodo de preparación del taller y las que surjan posteriormente. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.
Seminario	Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja en el periodo de preparación del seminario y las que surjan posteriormente. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante los seminarios, en tutorías y vía correo electrónico se darán indicaciones y se proporcionará ayuda puntual para ayudar a resolver los problemas. No se resuelven completamente en tutorías. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.
Presentación	Se darán indicaciones en tutorías de cómo realizar de mejor modo la presentación. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, ...) bajo la modalidad de concertación previa.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Prácticas de laboratorio	Informe de práctica de laboratorio. La práctica de laboratorio se realizará en grupo o individual según el caso. Cada práctica debe realizar informe o rellenar cuestionarios sobre la misma. Todos los estudiantes tendrán la información previa para realizar la práctica. Al finalizar el laboratorio se entregaran los informes o cuestionarios de modo grupal o individual según el caso. Se corrige y se devuelve a los/as alumnos/as. La nota en todos los casos es la misma para todo el grupo.	10	A2 C10 D2 A3 C14 D5 A5 C17 D9
Presentación	Será evaluada por los compañeros y el profesor a modo de rúbrica, teniendo en cuenta el apoyo visual (vídeo, transparencias) y la competencia comunicativa. Resultados de aprendizaje: Ser capaz de sintetizar todos los conocimientos alcanzados en las distintas partes del curso. La nota es grupal	5	A3 C10 D5 A4 C14 D9 C17
Resolución de problemas de forma autónoma	En fecha de examen el alumno/a a modo individual resolverá unos problemas y/o ejercicios. Resultados de aprendizaje: Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Saber calcular empleando métodos numéricos y analíticos la producción de las instalaciones y de las distintas operaciones de las plantas, así como su rendimiento, además de la cantidad de residuos (escorias, gases de chimenea, licores de lixiviación y electrolitos agotados, lodos residuales...). Evaluar en función de lo anterior la viabilidad del proceso desde el punto de vista económico y medioambiental. Evaluar desde el punto de vista termodinámico. Saber calcular los parámetros característicos de los procesos electrometalúrgicos. Conocer las propiedades de las aleaciones metálicas, como se evalúan y saber diseñar procesos de modificación en estado sólido con objeto de mejorar el comportamiento en servicio..	20	A2 C10 D2 A3 C14 D6 C17

Resolución de problemas y/o ejercicios	En las clases de problemas se resolverá alguno de modo individual o grupal que se entregarán para su evaluación. Resultados de aprendizaje: Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Saber calcular empleando métodos numéricos y analíticos la producción de las instalaciones y de las distintas operaciones de las plantas, así como su rendimiento, además de la cantidad de residuos (escorias, gases de chimenea, licores de lixiviación y electrolitos agotados, lodos residuales...). Evaluar en función de lo anterior la viabilidad del proceso desde el punto de vista económico y medioambiental. Evaluar desde el punto de vista termodinámico. Saber calcular los parámetros característicos de los proceso electrometalúrgicos. Conocer las propiedades de las aleaciones metálicas, como se evalúan y saber diseñar procesos de modificación en estado sólido con objeto de mejorar el comportamiento en servicio.	10	A2 A3 C10 C14 C17	D2 D5 D6 D9
Examen de preguntas objetivas	Se realizarán 2 pruebas cortas a lo largo del curso. No serán eliminatorias para la prueba final a no ser que se obtenga un 8 o una nota superior. Se incluirán preguntas objetivas relativas a los conocimientos adquiridos por el alumnado hasta el día de la realización de las pruebas. Resultados de aprendizaje: Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico. Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que se exige en servicio. Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férricas. Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones. Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío. Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido.	20	A2 A3 A4 C10 C14 C17	D5
Examen de preguntas de desarrollo	En fecha de examen se realizará una prueba de preguntas cortas, que integrará los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. Resultados de aprendizaje: Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico. Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que se exige en servicio. Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férricas. Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones. Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío. Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido.	20	A2 A3 A4 C10 C14 C17	D5
Estudio de casos	A lo largo de las sesiones de talleres y seminarios se realizarán pruebas prácticas que se entregan al finalizar la misma para su evaluación. Podrán proponerse en para la realización en grupos y la evaluación será la misma para todos los miembros del grupo. Dispondrán de toda la información necesaria para realización de las actividades. Resultados de aprendizaje Conocer los procesos mediante los cuales se puede extraer, con beneficio económico, de las menas los metales útiles, con aprovechamiento de los subproductos. Ser capaz de redactar textos con la estructura adecuada. Adquirir capacidad de trabajo en equipo.	15	A2 A3 C10 C14 C17	D2 D5 D6 D9

## Otros comentarios sobre la Evaluación

### Evaluación continua (2ª Oportunidad)

En la segunda oportunidad se mantendría el 10% del informe de prácticas+15% del estudio de casos + 5% de presentación. El resto se obtendrá de:

Prueba de preguntas de teoría a desarrollar (35%)-Día del examen

Preguntas cortas en la que se evaluarán los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. Prueba de ejercicios y problemas (35%)- Día del examen Resolución de problemas y ejercicios en fecha de examen.

### EVALUACIÓN GLOBAL (1 y 2 oportunidad)

Prueba de preguntas de teoría a desarrollar y ejercicios (100%)-Día del examen

Será distinto, en cualquier caso, del de la evaluación continua. Se incluirán en esta prueba los conocimientos adquiridos con documentación proporcionada en MOOVI y la bibliografía obligatoria. Incluye preguntas sobre el software utilizado (manual en Moovi).

Para renunciar a la Evaluación Continua se da un plazo de 2 meses.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/es/>

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Ballester, **Metalurgia Extractiva vol 1**, Síntesis, 2000

Pero Sanz, **Ciencia e ingeniería de materiales**, Dossat, 2006

Pero Sanz, **Aceros**, Dossat, 2004

#### **Bibliografía Complementaria**

Rosenqvist, **Principles of extractive metallurgy**, Tepir Academic press, 2004

Ashby, **Materiales para Ingeniería 2**, Reverte, 2008

Cambridge University, <https://www.doitpoms.ac.uk/>,

Vignes, A., **Extractive Metallurgy 2**, Wiley, 2011

World Steel Association, [steeluniversity.org](http://steeluniversity.org),

Charla UVIGO, **El papel de las materias primas minerales en la transición energética**

<https://tv.uvigo.es/video/61d81880a33c067af014ec22>,

---

### **Recomendaciones**