

ASIGNATURA: 14701 - FUNDAMENTOS DE CIENCIAS DE MATERIALES
CENTRO: Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles
TITULACIÓN: Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Mecánica
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
ÁREA: Ciencia de los Materiales E Ingeniería Metalúrg
PLAN: 10 - Año 2001 **ESPECIALIDAD:**
CURSO: Primer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal
CRÉDITOS: 7,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 4,5

Descriptorios B.O.E.

Estudios de materiales metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos. Tratamientos. Ensayos.
Criterios de selección.

Temario

- 1.FUNDAMENTOS (6 horas)
 - 1.1.Estructura atómica
 - 1.2.Enlaces atómicos
 - 1.3.Materiales – clasificación en función del tipo de enlace
 - 1.4.Estructuras cristalinas
 - estructuras metálicas
 - estructuras cerámicas
 - estructuras poliméricas
 - estructuras semiconductores
- 2.METALES (6 horas)
 - 2.1. Aleaciones férricas
 - aceros
 - fundiciones
 - 2.2. Aleaciones no férricas
 - 2.3. Aleaciones ligeras
3. POLIMEROS (6 horas)
 - 3.1. Definición y clasificación
 - 3.2. Comportamiento térmico
 - 3.3. Comportamiento mecánico
 - 3.4. Plásticos comerciales
 - 3.5. Adhesivos
4. CERAMICAS Y VIDRIOS (5 horas)
 - 4.1. Cerámicas: materiales cristalinos
 - 4.2. Vidrios: materiales no cristalinos
 - 4.3. Vitrocerámicas
 - 4.4. Procesado de las cerámicas y los vidrios

5. MATERIALES COMPUESTOS (5 horas)

- 5.1. Clasificación y selección
- 5.2. Función de la fibra
- 5.3. Función de la matriz
- 5.4. Anisotropía
- 5.5. Aplicaciones y limitaciones

6. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

- 6.1. Mapas de selección
- 6.2. Ejemplos de selección
- 6.3. Requerimientos socio-ecológicos

PROBLEMAS PRACTICAS: (15h)

- 1. DUREZA (4h.)
- 2. TRACCION (4h.)
- 3. COMPRESION, CIZALLADURA Y FLEXION (3h.)
- 4. FLEXION CON ENTALLA. RESILIENCIA (2h.)
- 5. DOBLADO O PLEGADO SIMPLE (2h.)

PRACTICAS.

ENSAYOS DE CONSTITUCION.

- 1. METALOGRAFIA. (4h.)

ENSAYOS MECANICOS.

- 2. ENSAYOS DE DUREZA. (2h.)
- 3. ENSAYO DE TRACCION. (2h.)
- 4. ENSAYO DE COMPRESION, CIZALLADURA Y FLEXION. (2h.)
- 5. ENSAYO DE FLEXION CON ENTALLA. RESILIENCIA. (2h.)
- 6. ENSAYO DE DOBLADO O PLEGADO SIMPLE. (2h.)

ENSAYOS DE CARACTERISTICAS.

- 7. ANALISIS TERMICO. (2h.)

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

- 8. RADIOLOGIA INDUSTRIAL. (2h.)
- 9. INTERPRETACION RADIOGRAFICA. (2h.)
- 10. ESTUDIO DE LA U.N.E. 14.011 (UNIONES SOLDADAS). (2h.)
- 11. ULTRASONIDOS. (2h.)
- 12. MEDICION DE RECUBRIMIENTOS NO METALICOS. (2h.)

ENSAYOS DE COMPOSICION.

- 13. ANALISIS DE METALES POR ESPECTROMETRIA DE BAJA Y ALTA DISPERSION. (2h.)
- 14. APLICACIONES DEL ANALISIS DE METALES POR ESPECTROMETRIA DE BAJA Y ALTA DISPERSION. (2h.)

Por tanto tenemos 30 horas de teoría, 30 de prácticas y 15 horas de problemas.

Requisitos Previos

Las relaciones con otras asignaturas son muy amplias, cosa por demás lógica ya que está se apoya en las ciencias básicas, pero creemos suficiente un nivel medio de conocimientos en Física, Química y Matemáticas

Objetivos

- Adquirir conocimientos básicos de la asignatura, útiles para un Ingeniero Técnico
- Elaboración conceptual de la materia y la relación de dichos conocimientos con otras asignaturas, tanto previas, coetáneas como posteriores.
- Utilizar el concepto de modelo para la resolución de problemas reales, distinguiendo entre lo fundamental y lo accesorio.
- Familiarización en el manejo de los aparatos e instrumentos de laboratorio.
- Adquirir la aptitud de actualizar la información mundial sobre varios materiales
- Ser capaz de aplicar los conceptos generales adquiridos a casos concretos.
- Seleccionar el material óptimo para la ejecución de un proyecto de ingeniería.

Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos didácticos propuestos, dividimos la asignatura en clases teóricas y de problemas, por un lado, y de practica y trabajo en grupo por otro.

Teniendo en cuenta el contexto en el que se desarrollará la labor docente, en el que el número de alumnos por aula es elevado, la mayoría de las clases teóricas se desarrollaran de manera expositiva. Se complementarán con la realización de problemas.

También es importante tener en consideración el resto de asignaturas del plan de estudios, y sobre todo aquellas de la misma área de conocimiento con las que se establece, no solo una relación ocasional, sino una estrecha coordinación y cooperación.

Criterios de Evaluación

Se realizará un examen de tres partes correspondientes a: 1) Metales y aleaciones; 2) Materiales plasticos; 3) Ceramicas y vidrios + Materiales compuestos. Se intentará que sean ejercicios tal que no influya en exceso el azar o poder memorístico y sí la capacidad de razonamiento e ingenio a partir de unos conocimientos básicos. Las partes aprobadas mantendrán esta condición hasta la aprobación definitiva de la asignatura.

Para la preparación y realización de los exámenes se seguirá el capítulo IV del reglamento de planificación docente, exámenes, calificación y actas.

Resumen del sistema de evaluación:

Nota final teoria: media aritmetica de las notas obtenidas en las 3 partes.

El examen de practica consiste en resolver problemas referentes a la teoria y la ejecución practica de los ensayos mecanicos realizados durante el curso academico.

Nota final (siempre que tanto la parte teorica como la practica esten aprobadas): 0,50 (nota teoría) + 0,50 (nota examen practica).

Descripción de las Prácticas

CLASES PRACTICAS EN EL LABORATORIO.

En el caso de la asignatura de ciencia de los materiales los alumnos asisten al laboratorio en donde adquieren una visión de los conocimientos teóricos adquiridos, siendo además su primer acercamiento a la realidad industrial.

En nuestras asignaturas consideramos fundamental la formación práctica del alumno, una vez dicho esto, creemos que están equivocados quienes consideran esencialmente importante el taller,

menospreciando o subestimando al aula o viceversa. Una y otra deben complementarse y así se lograrán especialistas auténticamente cualificados. No lo serán plenamente al faltarles cualquiera de ambas enseñanzas.

El técnico, para establecer las diversas fases de toda operación, debe conocer las propiedades de los materiales, las características y las condiciones de trabajo de las herramientas, las deformaciones provocadas en las piezas por los útiles, las formas de trabajo de las máquinas o equipos, etc.

Estas clases tiene como objetivo el desarrollo en el alumno de la capacidad de observación y espíritu crítico aplicado a experiencias que le permitan completar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y prácticas. También deberán desarrollar las habilidades del alumno en el manejo de ciertas técnicas y herramientas empleadas.

El desarrollo de las clases prácticas deberá comenzar con una explicación de los objetivos perseguidos, relacionándolos con los conceptos expuestos en las clases teóricas. Así mismo, se introducirá el conocimiento de los medios instrumentales que van a utilizarse, como están configurados y la razón de su empleo. Se darán normas de utilización de los equipos, para que a continuación se lleve a cabo la práctica, procurando que todos los alumnos participen de modo activo en ella y no queden como meros espectadores. Por supuesto, estamos partiendo de una condición ideal en cuanto a la disponibilidad de herramienta adecuada. La precariedad normal que se padece, acentuada por el coste elevado de los equipos utilizados, hace obligada una adaptación a los medios disponibles, tanto en equipamiento como en profesorado. En este tipo de clases sería ideal una enseñanza prácticamente individualizada, pero, debido a las causas antes mencionadas, esto es imposible.

Metalografía.

a) Contenido.

Esta lección se desarrollará totalmente en el laboratorio, y en su parte teórica se explicarán los métodos de elección y extracción de las muestras (probetas), así como las fases de desbaste, pulido, y ataque químico de la probeta. Se explicará el manejo del microscopio metalográfico, y las primeras interpretaciones del número de fases que estamos observando.

b) Objetivos específicos.

Capacitar al alumno para que pueda diferenciar el número de fases de una muestra metalográfica y que sepa realizar prácticamente una metalografía en todas sus fases.

c) Actividades.

Realización práctica de una metalografía y su posterior observación microscópica, determinando en ella el tamaño de grano y el número de fases existentes.

Ensayos de dureza.

a) Contenido.

En este tema se aborda en profundidad los fundamentos teóricos y la realización práctica de todos los métodos de dureza por penetración estática usados en la actualidad.

b) Objetivos específicos.

La realización práctica de todos los métodos estudiados, mediante el adecuado manejo de los distintos durómetros. Conocer las posibilidades y limitaciones de cada método y, la relación que se establece entre ellos mediante el uso de tablas y ábacos de equivalencia, aplicaciones concretas de los ensayos de dureza en los materiales metálicos: determinación de la resistencia a la tracción, control de soldaduras, control de tratamientos térmicos y termoquímicos. Estudio de la correspondiente normativa que recoge estos ensayos según UNE.

c) Actividades.

Manejo de los durómetros, aplicando los distintos métodos a probetas de distintos materiales. Conversión de los valores de dureza obtenidos, mediante el empleo de tablas de equivalencia. Realización de ensayos combinados de dureza-tracción y dureza-cortadura.

Ensayo de tracción.

a) Contenido.

Se aborda de forma extensa los fundamentos teóricos y la realización práctica de dicho ensayo. Se explica el comportamiento elástico-plástico de los materiales metálicos, la ley de Hooke, los límites elásticos aparentes y convencionales, la tensión de rotura a tracción, el alargamiento y la estricción de rotura. Se estudian las distintas normas que tratan de este ensayo, así como todo lo relativo a conversión de alargamientos, en probetas no proporcionales.

b) Objetivos específicos.

Lograr mediante la realización práctica del ensayo valores numéricos de características mecánicas tan importantes como lo son el límite elástico aparente, el convencional del 0,2% de L₀, la resistencia a la rotura a tracción, deformación elástica y plástica. Obtención e interpretación del diagrama de carga-deformación, estudiando los distintos periodos que en él aparecen. Aplicación de las cifras obtenidas como base de cálculo a la hora de dimensionar máquinas y estructuras.

c) Actividades.

Manejo de las máquinas universal de ensayos de 10Tn. y 100Tn. Realización práctica del ensayo con distintos materiales y distintos tipos de probetas. Obtención de diagramas tanto en registradores mecánicos como en electrónicos. Problemas de dimensionado de elementos mecánicos, de conversión de alargamientos y de aplicación de la normativa UNE. Realización de ensayos de tracción-cortadura y tracción-dureza, para la demostración de las relaciones existentes entre ellos. Aplicaciones del ensayo en el campo de la homologación de materiales, de procesos de soldadura, en el control de calidad, etc.

Ensayos de compresión, cizalladura, flexión, pandeo y torsión.

a) Contenido.

Se explican los fundamentos teóricos de cada ensayo, así como su realización práctica y campo de aplicación. Se estudia la normativa existente según UNE.

b) Objetivos específicos.

La realización práctica de los distintos ensayos y obtención de las correspondientes características mecánicas. Aplicaciones concretas de los valores obtenidos en el dimensionado de elementos constructivos.

c) Actividades.

Realización práctica de los ensayos de compresión, flexión y cizalladura, los restantes ensayos no se ejecutan por carecer el laboratorio de las máquinas y el utillaje específico necesario. Resolución de problemas sobre supuestos reales.

Ensayo de flexión con entalla. Resiliencia.

a) Contenido.

Se estudia el comportamiento de los materiales metálicos al ser sometidos a esfuerzos de choque. Se valora dicha capacidad mediante los ensayos de flexión con entalla. Se explica el concepto de Resiliencia, la expresión que determina su valor numérico, así como la utilidad de los valores numéricos obtenidos, no ya a efectos de dimensionado de elementos, sino para distinguir comportamientos distintos de los materiales considerados según determinadas condiciones de trabajo. Estudio de la influencia que ejerce sobre el comportamiento de los materiales metálicos ante un choque, la velocidad a que se produce dicho choque y la temperatura de trabajo. Estudio de la norma UNE. correspondiente.

b) Objetivos específicos.

Realización práctica del ensayo, obtención de resultados y valoración de los mismos. Cálculo de los valores de resiliencia del material ensayado. Identificación de probetas.

c) Actividades.

Ejecución del ensayo mediante el empleo del péndulo de Charpy, con distintas probetas de distintos materiales. Resolución de problemas de aplicación, según los resultados obtenidos en los ensayos.

Ensayos tecnológicos.

a) Contenido.

Se describen en este tema los ensayos de plegado, doblado, embutición y los de doblado, ensanchamiento y rebordeamiento en tubos.

No son ensayos en los que se pretenda obtener valores numéricos de características mecánicas, pero son muy útiles, pues permiten obtener con rapidez un juicio aproximado sobre el comportamiento del material frente a las condiciones de trabajo en las que se usará. También son ensayos de aplicación frecuente en la homologación de materiales y procesos de soldadura.

b) Objetivos específicos.

Realizar los distintos ensayos e interpretar los resultados obtenidos. Conocer las distintas aplicaciones de dichos ensayos en los campos de homologación y control de calidad de materiales y procesos de fabricación. Estudiar las distintas normas UNE. que se ocupan de tales ensayos.

c) Actividades.

Realización de los distintos ensayos, mediante el manejo de la maquinaria y el utillaje específico. Estudio de casos concretos según los resultados obtenidos en el laboratorio.

Análisis térmico.

a) Contenido.

Con este tema se explica el funcionamiento y las aplicaciones del horno eléctrico para tratamientos térmicos, así como del pirómetro óptico.

b) Objetivos específicos.

Aprender el manejo correcto del horno.

Que se familiarice con la lectura pirométrica.

c) Actividades.

Realización práctica de un recocido con lectura de temperaturas con el pirómetro óptico.

Realización práctica de un temple y revenido con lectura pirométrica y medida de durezas en la pieza, antes y después del tratamiento.

Realización de un ensayo Jominy.

Líquidos penetrantes.

a) Contenido.

Se describirá en detalle el ensayo de líquidos penetrantes, con sus pasos fundamentales de limpieza preliminar y secado, aplicación del penetrante y eliminación del exceso del mismo y aplicación del revelador y observación.

b) Objetivos específicos.

Serán los que capaciten al alumno para que realice prácticamente el ensayo de líquidos penetrantes.

Que además el alumno sepa interpretar el ensayo de líquidos penetrantes.

c) Actividades.

Realización práctica de varios ensayos en el laboratorio de piezas defectuosas.

Partículas magnéticas.

a) Contenido.

Explicación teórica de los principios físicos del ensayo de partículas magnéticas, así como los diferentes métodos como son la magnetización con bobinas, con electrodos o punzones o con yugo electromagnético.

b) Objetivos específicos.

Conocer y aplicar prácticamente el ensayo de partículas magnéticas.

Saber interpretar los resultados del ensayo.

c) Actividades.

Se realizará prácticamente en el laboratorio diferentes ensayos en piezas defectuosas, tanto con punzones como con bobinas, no pudiéndose hacer el ensayo con yugo electromagnético por carecer del mismo.

Radiología Industrial.

a) Contenido.

En este tema se estudia la radiología industrial y su importancia como método de ensayo no destructivo de uso inestimable en el campo del control de calidad. Se explica los principios teóricos del método, puntos importantes como la distancia foco película, ley de la inversa de la distancia, uso de los diagramas de determinación del tiempo de exposición y voltaje de radiación. Se estudia el manejo y tiempo de cebado del equipo (Macrotank K-L), las características de las películas de uso industrial, utilización de los indicadores de calidad, así como todas las fases posteriores a la obtención de la placa, que se realizarán en el laboratorio de revelado (cuarto oscuro). Se expone la peligrosidad del método y la importancia de aplicar las normas de seguridad.

b) Objetivos específicos.

Dominar la técnica radiográfica en su ejecución práctica. Uso adecuado de este método de ensayo siguiendo de forma estricta las medidas de seguridad que dictan las normas, lo que ayuda a desarrollar en el alumno el grado de responsabilidad necesario para llevar a cabo trabajos seguros, al aplicar técnicas que poseen una peligrosidad elevada.

c) Actividades.

Se realizarán varias radiografías de elementos y uniones soldadas, comenzando por la toma de datos y preparación del equipo, hasta llegar al revelado y observación de la placa.

Interpretación radiográfica.

a) Contenido.

En este tema se trata lo que tal vez sea la parte más importante de la radiología industrial, ya que se estudia la forma de interpretar la imagen obtenida en la película radiográfica. Se estudia en profundidad la norma UNE 14011, que trata de determinar las calidades de las soldaduras, según los defectos observados, mediante los rayos X.

b) Objetivos específicos.

Lograr que el alumno sea capaz de calificar una unión soldada, mediante la interpretación de la placa obtenida, localizando y cuantificando los defectos existentes. El alumno debe conocer los defectos más frecuentes que se dan en una unión soldada según el proceso de soldadura utilizado, deben conocer las causas por las que dicho defecto se produce y la severidad del mismo, así mismo se debe familiarizar con el aspecto radiográfico de estos defectos.

c) Actividades.

Estudio en el laboratorio de un gran número de placas radiográficas, mediante el empleo de atlas de Radiografía de Referencia, observadas en el Negatoscopio. Con el estudio de estas radiografías, el alumno se familiariza tanto con los aspectos técnicos de la técnica radiográfica (Tensión de exposición, tipos de películas, placas reforzadoras, etc) como con los propios de la soldadura y el proceso utilizado (materiales, tipo de unión, posición de soldadura, tipo de proceso, etc), pudiendo emitir un juicio calificador de la unión soldada estudiada.

Ultrasonidos.

a) Contenido.

Se explica el ensayo de ultrasonidos como método no destructivo para el estudio de materiales, tanto en el campo de la detección de heterogeneidades como en el de la metrología

Se dan en este tema los principios básicos de funcionamiento de los ultrasonidos, así como las explicaciones para el funcionamiento del equipo, la utilización y manejo del palpador SE, y normal.

b) Objetivos específicos.

Capacitar al alumno para que pueda manejar correctamente un equipo de ultrasonidos.

Que el alumno sepa interpretar las medidas con el palpador SE y normal.

c) Actividades.

Se realizarán prácticas del ajuste del equipo en distintos campos.

Se harán algunas medidas con el palpador normal.

Se realizarán medidas de espesores con palpador SE, así como la detección de defectos, detección de la adherencia de metal antifricción, busca de hoja de laminación en chapas y realización práctica del cálculo de la constante para medir en otros materiales.

Ultrasonidos. Palpadores angulares.

a) Contenido.

Se desarrolla en este tema toda la técnica de la emisión sonora bajo determinado ángulo, así como la construcción y aplicación de los palpadores angulares, la determinación teórica del salto y medio salto y del punto de salida y ángulo de salida del haz sonoro, dándose al final la técnica de Recorrido del Sonido para la inspección de chapas y soldaduras.

b) Objetivos específicos.

Introducir al alumno en técnicas de control no destructivos en soldaduras por ultrasonidos.

c) Actividades.

Se realizarán prácticas de determinación del punto de salida y del ángulo de salida.

Prácticas de reflexión en borde de chapa.

Determinación del salto y medio salto.

Prácticas con recorrido del sonido en chapas soldadas defectuosas.

Ultrasonido. Inspección de Soldaduras.

a) Contenido.

En el tema que nos ocupa, se dará el método más utilizado en la inspección de soldaduras que es el de Distancia Proyectada, el cual en el desarrollo del tema se simplificará dándonos el método de Distancia Proyectada acortada mediante borde de chapa, con su fundamento teórico para poder interpretar los resultados que nos dé posteriormente el equipo.

b) Objetivos específicos.

Dar al alumno un método de inspección que pueda de forma efectiva utilizar en su vida profesional.

Se pretende que el alumno analice los resultados del equipo para poder diferenciar el defecto que se ha encontrado.

c) Actividades.

Verificación de una soldadura con ajuste en distancia de proyección acortada en borde de chapa, determinando los diferentes defectos.

Medición de recubrimientos.

a) Contenido.

En este tema se explicará el funcionamiento del equipo Monimeter S 2.310., para la medición de capas no ferromagnéticas sobre superficies ferromagnéticas. Este equipo nos servirá para la medida de capas de plásticos, pinturas, lacas etc, siempre y cuando éstas no sean ferromagnéticas.

b) Objetivos específicos.

Conocer el funcionamiento y ajuste del equipo.

c) Actividades.

Medición de diferentes capas sobre materiales metálicos.

Análisis de metales por espectrometría de baja y alta dispersión.

a) Contenido.

Estos métodos sustituyen al antiguo ensayo de chispa, por otro lado muy ambiguo y subjetivo; se darán en un principio los fundamentos teóricos del análisis de metales por espectrometría, pasándose a la descripción primero del equipo de baja dispersión (Metascop) con todas sus partes.

Se introducirá al alumno en la parte de calibración del equipo y se le explicará la forma de interpretar el espectro para el análisis tanto cualitativo como cuantitativo del cromo, elemento fundamental para poder conocer luego la interpretación espectrográfica de los restantes elementos.

Una vez explicado los fundamentos teóricos y prácticos de la espectrometría de baja dispersión,

los principios de la alta dispersión son los mismos y solo hace falta desarrollar el manejo del equipo (FSQ, Baird), por supuesto más complicado, pues es servopilotado por un ordenador.

b) Objetivos específicos.

Conocer el manejo y calibración de los espectrómetros.

Interpretar el espectro del cromo.

c) Actividades.

Las clases teóricas se apoyan con un gran número de diapositivas tanto de las diferentes partes que forman el equipo como de los espectros.

Se realizarán prácticas con el equipo de calibración y de análisis del contenido en cromo de diferentes aceros en espectrometría de baja dispersión y con el espectrómetro se introducirá al manejo del ordenador, estandarización con probetas patrones, calibración de la óptica con luz de mercurio, etc.

Aplicaciones del análisis de metales por espectrometría de baja dispersión y alta dispersión.

a) Contenido.

En este tema, continuación del anterior, se le irá dando al alumno la interpretación de los espectros de diferentes elementos por espectrometría de baja dispersión, primero de elementos por separado para luego al final analizar un espectro con varios elementos al unísono. Este equipo es de gran ayuda para el análisis de los aceros, siendo tal vez esta su mayor aplicación pues en metales no féreos está muy limitado, por lo que se apoyan las clases con el manejo de tablas de aceros.

El espectrómetro de alta dispersión no nos suministra espectro pues el ordenador se encarga de su lectura, por tanto, al alumno se le facilitan análisis cuantitativos de diferentes tipos de aceros

b) Objetivos específicos.

Interpretar los espectros de los espectrómetros de baja dispersión.

Manejar las tablas de aceros.

Interpretar los análisis cuantitativos de los espectrómetros de alta dispersión.

c) Actividades.

Como en el caso anterior, se proyectarán en clase todos los espectros seguidos de la discusión de los mismos.

Se analizarán diferentes aceros con el equipo.

Se interpretarán análisis cuantitativos, para que con el manejo de tablas, normas y catálogos, puedan clasificarse los distintos aceros estudiados.

Bibliografía

[1 Básico] Conocimiento de materiales: soldadura, radiología industrial : estudio de la norma UNE 14.011

Eladio Domingo Herrera Santana, Juan Francisco Cárdenes Martín, Juan Rodríguez Castro.
Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)
8478062580

[2 Básico] Conocimientos de materiales: parte I, ensayos metalográficos [y] parte II, ensayos mecánicos /

Eladio Domingo Herrera Santana, Juan Francisco Cárdenes Martín, Juan Rodríguez Castro.
Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (1992)

[3 Básico] Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros /

James F. Shackelford.
Prentice Hall,, Madrid : (1998) - (4ª ed.)
8483220474

[4 Básico] Metalografía de los aceros /

Juan Francisco Cardenes Martín, Eladio Domingo Herrera Santana.

Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (1992) - (2ª ed.)

8488412614

Equipo Docente

JULIA CLAUDIA MIRZA ROSCA

(COORDINADOR)

Categoría: TITULAR DE UNIVERSIDAD

Departamento: INGENIERÍA MECÁNICA

Teléfono: 928451891 **Correo Electrónico:** jmirza@dim.ulpgc.es

ELADIO DOMINGO HERRERA SANTANA

Categoría: TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

Departamento: INGENIERÍA MECÁNICA

Teléfono: 928451887 **Correo Electrónico:** edherrera@dim.ulpgc.es