



# Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto 25807 - Materiales

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **María Antonieta Eugenia de A. Madre Sediles** amadre@unizar.es
- **Andrés Emilio Sotelo Mieg** asotelo@unizar.es
- **Eva Natividad Blanco** evanat@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El plan de estudios vigente no establece ningún prerrequisito para cursar esta asignatura.

Al ser una asignatura de primer curso, segundo cuatrimestre, no se precisan asignaturas previas de la titulación.

Sin embargo, sería recomendable poseer conocimientos básicos de matemáticas, física y química, como los proporcionados por el Bachillerato, junto con la formación adquirida durante el primer cuatrimestre.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

La quinta semana del cuatrimestre, aproximadamente, se realizará un trabajo obligatorio, desarrollado por parejas de alumnos, que se presentará y defenderá en tutorías personalizadas con el profesor de la asignatura.

La décima semana del cuatrimestre, aproximadamente, se realizará un segundo trabajo obligatorio, desarrollado por parejas de alumnos, que se presentará y defenderá en tutorías personalizadas con el profesor de la asignatura.

La decimocuarta semana del cuatrimestre, aproximadamente, se realizará un tercer trabajo de módulo obligatorio, desarrollado por parejas de alumnos, en el que se deberán desarrollar los conceptos de las cuatro asignaturas del módulo del segundo cuatrimestre. Este trabajo se presentará y defenderá ante los profesores responsables de las asignaturas del módulo.

A lo largo del cuatrimestre y en semanas alternas se realizarán diferentes prácticas de laboratorio obligatorias.

Al final del cuatrimestre se realizarán los exámenes finales de asignatura, en las fechas ordinarias establecidas por la dirección de la Escuela.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Comprende las relaciones entre: Estructura-Propiedades-Procesado-Comportamiento en servicio.
- 2:** Conoce los criterios diferenciadores para la "clasificación" de las distintas familias de materiales (metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos) según la estructura y propiedades que presentan.
- 3:** Es capaz de relacionar las propiedades de los materiales con la estructura y/o microestructura que presentan.
- 4:** Es capaz de relacionar las propiedades de los materiales con las aplicaciones, y su comportamiento en servicio.
- 5:** Tiene suficiente base de conocimientos para ampliar y profundizar en el estudio y desarrollo de los materiales utilizados en la industria.
- 6:** Conoce la importancia de la innovación en el desarrollo de los materiales para la obtención de materiales de altas prestaciones.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

De manera general se dice que los materiales son sustancias orgánicas e inorgánicas que, mezclándose, disolviéndose, aleándose, etc....forman cualquier cosa o producto que nos rodea. Los materiales, junto con la energía, pueden considerarse como una de las bases para el desarrollo de la humanidad y la mejora de su nivel de vida. Con ellos se diseñan y construyen componentes o estructuras, se seleccionan y analizan sus fallos, o, simplemente, se prevé un funcionamiento adecuado de los materiales.

Todos los ingenieros manejan cotidianamente materiales, por ejemplo, a los de producción les interesa mejorar las características del producto que diseñan o fabrican; los ingenieros eléctricos y electrónicos necesitan circuitos integrados que funcionen adecuadamente, cada vez con mayor capacidad y menor tamaño, o aislantes que soporten voltajes cada vez más elevados; los ingenieros civiles buscan estructuras sólidas y fiables que sean resistentes a la corrosión y posean un aspecto estético; los ingenieros de automoción buscan materiales de poco peso y alta resistencia; los ingenieros aeroespaciales necesitan materiales ligeros que soporten tanto las elevadas temperaturas producidas por la reentrada en la atmósfera terrestre, como las bajas temperaturas del espacio exterior....; podríamos seguir esta lista aplicándola a cualquier especialidad de ingeniería.

El gran avance de la tecnología actual no hubiera sido posible sin un cambio en la actitud de los ingenieros e investigadores ante los retos que suponían estas tecnologías. Hace pocos años para fabricar "algo nuevo" se basaban en los materiales que ya existían, con las limitaciones que presentaban, hoy día primero se estudian las *propiedades* que deben tener y luego, si no existe el material adecuado, *se crea*, de manera que el resultado sea el óptimo. Así, ha sido posible fabricar el transbordador espacial donde se necesitan unas características tan variadas como: ligereza, alta resistencia, resistencia a las altas temperaturas, resistencia al choque térmico, protección contra la radiación, producción de agua, oxígeno, energía eléctrica, y muchas otras necesidades. Esta nueva mentalidad ha traído consigo el que los materiales hayan pasado de ser considerados como algo secundario a un *soporte* del desarrollo tecnológico y la Ingeniería de los Materiales como una Ciencia actual y avanzada.

La base de la asignatura de materiales se basa en comprender las *relaciones* entre la estructura y las propiedades físicas o mecánicas. Este conocimiento es importante para:

1. *Conocer las características* de los materiales y poder avanzar en el estudio de nuevas propiedades o aplicaciones.
2. Ayudar a entender mejor los *efectos* de los procesos de la fabricación en la estructura y en las propiedades y
3. Permitir a cualquier ingeniero utilizar el material *más adecuado para cada aplicación*

Debido a todas las necesidades anteriores es necesario que el estudiante conozca los distintos tipos de materiales disponibles, de manera que sea capaz de reconocer:

1. Sus *propiedades y características*, así como las técnicas para conocerlas, es decir, los *ensayos* a los que se les puede someter.
2. Los *aspectos técnicos* relacionados con los materiales, como la posibilidad de soldar, moldear, forjar, laminar, etc
3. *Aspectos económicos*, ya que el precio es, en muchas ocasiones, el factor decisivo a la hora de elegir el material.

Conocidos esos aspectos, el objeto fundamental de la asignatura es *determinar los materiales más adecuados para las distintas aplicaciones*.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura "Materiales" tiene carácter obligatorio y se imparte durante el segundo cuatrimestre del primer año del Plan de Estudios.

Esta asignatura es la primera relacionada con los materiales a la que se enfrenta el alumno. En consecuencia, sus contenidos deberán proporcionar los conocimientos básicos necesarios para el seguimiento de las asignaturas posteriores del Plan de Estudios.

Estos contenidos pretenden dar una respuesta adecuada a cuestiones tan fundamentales para el titulado como son la adquisición de conocimientos que se ajusten a las necesidades que demanda la sociedad actual, y de capacitarlo con las competencias precisas para el ejercicio de su profesión de forma conveniente y competitiva.

Teniendo en cuenta los alumnos a los que va dirigida la asignatura, el enfoque, así como los contenidos, deben estar dirigidos, fundamentalmente, a que el alumno conozca los fundamentos básicos de la ciencia de los materiales, la clasificación de las diversas familias de materiales, sus propiedades, aplicaciones y comportamiento en servicio, y la tecnología desarrollada para la mejora de las propiedades de los materiales, de tal forma que permita a cualquier alumno elegir, en una primera aproximación, el material más adecuado para cada aplicación.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura "Materiales" imparte conceptos que serán utilizados en otras asignaturas obligatorias de la titulación.

La asignatura "Materiales" va a ser un pilar básico para asignaturas optativas de diferentes intensificaciones. Además, debe ser una asignatura básica para el desarrollo de la posterior "Procesos y materiales industriales avanzados. Reciclaje", que ampliará y profundizará en algunos conceptos ya expuestos, entrando en algunos aspectos nuevos, como el reciclado.

El alumno debe tener una base de todos los conceptos desarrollados en la asignatura, para una mejor comprensión de los materiales que se pueden utilizar en cada caso, así como de sus técnicas de conformación y, como consecuencia, la modificación de sus propiedades con cada tipo de procesado, para poder superar las asignaturas de cursos posteriores.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1: Desarrollar conceptos de producto, en los aspectos relativos a los materiales más adecuados en cada caso.

- 2: Organizar el tiempo de forma efectiva y coordinar actividades, para ello se distribuyen diferentes trabajos a lo largo del cuatrimestre.
- 3: Obtener, recopilar, analizar y sintetizar documentación procedente de diferentes fuentes, que deberá verse reflejada en los trabajos que realicen.
- 4: Obtener conclusiones objetivas y relevantes para la generación de nuevas ideas y soluciones
- 5: Generar la documentación y medios necesarios para hacerse comprender, por medio de la exposición y defensa de los trabajos de la asignatura.
- 6: Trabajar en equipo, mediante la interacción con los compañeros en las clases prácticas.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Entre las funciones del Graduado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, se pueden encontrar campos de aplicación tan diversos como la ergonomía, las tecnologías y procesos de fabricación, técnicas de representación gráfica, desarrollo de modelos y prototipos, estudio de materiales y sus aplicaciones, comunicación y estética, el marketing, la gestión del diseño y la innovación, etc. Para ello, la Ciencia de los Materiales constituye uno de los pilares sobre los que debe asentarse su formación, ya que las estructuras, componentes, dispositivos... que el Graduado diseñará, fabricará, utilizará y supervisará, están constituidos por materiales, y son las propiedades de éstos las que, en último término, definen tanto los límites de utilización y las capacidades de la estructura o dispositivo, como las técnicas que pueden ser utilizadas para su fabricación.

Por todas estas razones, la adquisición de unos conocimientos básicos acerca de las propiedades más relevantes de los materiales, y de la relación que existe entre aquéllas y la composición y estructura de éstos, debe constituir un aspecto fundamental de la formación de un Graduado.

---

## **Evaluación**

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1: Evaluación de *dos trabajos*, realizados por parejas, que se presentarán, el primero en el despacho del profesor, en un tiempo de alrededor de *30 minutos* y en las fechas que se irán anunciando. El segundo *trabajo* se realizará en conjunto con las *otras tres asignaturas* del cuatrimestre como trabajo de módulo. El conjunto de estos trabajos tendrán una valoración del *20% de la nota final*. La valoración individual de los trabajos será de un *10% de la nota final* para cada uno de ellos.

En el primer trabajo el alumno deberá conocer las relaciones entre: Estructura-Propiedades-Procesado-Comportamiento en servicio y será capaz de relacionar las propiedades de las materiales con las aplicaciones, y su comportamiento en servicio.

En el segundo trabajo el alumno deberá conocer las relaciones entre: Estructura-Propiedades-Procesado-Comportamiento en servicio, será capaz de relacionar las propiedades de las materiales con las aplicaciones, y su comportamiento en servicio y deberá tener una suficiente base de conocimientos para ampliar y profundizar en el estudio y desarrollo de los materiales utilizados en la industria, así como relacionar los conocimientos adquiridos en las asignaturas del cuatrimestre.

- 1: Examen tipo *test de 60 preguntas*, con una sola respuesta válida de cuatro posibles. Las cuestiones

comprenden todo el temario y versarán sobre aspectos teóricos y prácticos, haciendo especial hincapié en las aplicaciones prácticas de los diferentes materiales. Las respuestas falladas restan puntos, de manera que cuatro respuestas incorrectas anulan una correcta. Las no contestadas no afectan a la nota. Para aprobar el test es necesario tener *40 respuestas correctas* (después de restar las incorrectas). La valoración de esta prueba corresponderá al *70% de la nota final*.

En esta prueba el alumno deberá comprender las relaciones entre: Estructura-Propiedades-Procesado-Comportamiento en servicio, conocer los criterios diferenciadores para la "clasificación" de las distintas familias de materiales (metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos) según la estructura y propiedades que presentan. También será capaz relacionar las propiedades de los materiales con la estructura y/o microestructura que presentan y de relacionar las propiedades de los materiales con las aplicaciones, y su comportamiento en servicio. Por otro lado, habrá adquirido una suficiente base de conocimientos para ampliar y profundizar en el estudio y desarrollo de los materiales utilizados en la industria, así como para conocer la importancia de la innovación en el desarrollo de los materiales para la obtención de materiales de altas prestaciones.

- 2:** Las prácticas de laboratorio se evaluarán por medio de la realización de cuestionarios referentes a la práctica realizada al final de la misma. La valoración de las prácticas es de un 10% de la nota final.

En estas prácticas el alumno deberá comprender las relaciones entre: Estructura-Propiedades-Procesado-Comportamiento en servicio, conocer los criterios diferenciadores para la "clasificación" de las distintas familias de materiales (metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos) según la estructura y propiedades que presentan. También será capaz relacionar las propiedades de los materiales con la estructura y/o microestructura que presentan.

- 3:** Para *poder realizar* la media de las notas de los trabajos y el examen, es necesario tener en cada uno de ellos un mínimo de *4 puntos*.

- 4:** Una vez conocidas las calificaciones, los alumnos tienen un plazo de diez días para la revisión de cada uno de los ejercicios.

---

## Actividades y recursos

### Grupo 1

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante.

En las sesiones con el grupo completo se tratan los aspectos teóricos en forma de clase magistral, que se completan con las prácticas de laboratorio, que se realizan en grupos para fomentar el trabajo en equipo.

Otro aspecto importante que se pretende desarrollar en los alumnos es la toma de decisiones, para lo que se proponen los trabajos a realizar a lo largo del cuatrimestre.

La evaluación se centrará en los aspectos básicos del comportamiento de los materiales y la relación material-procesado-estructura-aplicación

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:**

Clases Magistrales:

0. Introducción: Ciencia e ingeniería de los materiales
1. Propiedades mecánicas. Control de calidad de los materiales
  - 1.a. Ensayos destructivos
  - 1.b. Metalografía
2. Fundamentos teóricos del estado sólido
  - 2.a. Fundamentos teóricos
  - 2.b. Imperfecciones cristalinas y procesos de difusión
3. Endurecimiento
4. Materiales metálicos
  - 4.a. Aleaciones hierro-carbono
  - 4.b. Clasificación de los aceros. Tratamientos térmicos
  - 4.c. Aleaciones ligeras. Al, Mg y Ti
  - 4.d. Aleaciones pesadas. Cu y sus aleaciones
5. Materiales cerámicos
  - 5.a. Propiedades y procesado de materiales cerámicos
  - 5.b. Clasificación de los materiales cerámicos
6. Materiales poliméricos
  - 6.a. Clasificación y propiedades
  - 6.b. Procesos de conformación
7. Materiales compuestos
8. Corrosión
  - 8.a. Procesos de corrosión
  - 8.b. Protección contra la corrosión

**2:**

Clases Practicas:

1. Ensayos de tracción sobre metales
2. Ensayos de dureza Brinell, Vickers y Rockwell
3. Ensayos de dureza de polímeros
4. Ensayos de deformación y recristalización de cobre
5. Ensayos de metalografía
6. Ensayos de temple de aceros
7. Ensayos Charpy
8. Ensayos de tracción sobre polímeros
9. Ensayos de choque térmico en vidrios

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

- Clases magistrales: 42 horas
- Clases prácticas: 14 horas
- Resolución y presentación de trabajos: 30 horas
- Estudio personal: 59 horas
- Superación de pruebas: 5 horas

La secuencia temporal aproximada se refleja en el siguiente cronograma:

Actividad/ Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Clase magistral	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Clases prácticas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Trabajo 1		x	x	x	x										
Trabajo 2						x	x	x	x						
Trabajo de módulo										x	x	x	x	x	
Exámenes															x
Estudio personal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Las fechas de las clases prácticas para cada alumno dependen del grupo al que estén asociados.

## Bibliografía

Apuntes de la asignatura desarrollados por los profesores.

<http://add2.unizar.es/webct/entryPageIns.dowebct> (autoevaluaciones de la asignatura)

### Libros generales.

- Coca / Rosique. Ciencia de Materiales. Ed. Pirámide
- Donald R. Askeland "La Ciencia e Ingeniería de los Materiales" Ed. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Flinn, Richard A. y Trojan, Paul K. "Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones". Ed. McGraw-Hill.
- J. Martín. "Ingeniería de Materiales para Industria y Construcción" Ed Mira Editores
- James F. Shackelford "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros". Ed. Prentice may
- Smith, William F. "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales". De. McGraw-Hill.
- William D. Callister "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales". Ed. Reverté

### Libros específicos para cada tema

- Avner. Introducción a la Metalurgia Física. Ed. McGraw-Hill.
- J. Apraiz Barreiro. Tratamientos Térmicos de los Aceros. Ed. Dossat
- Hellerich / Harsch / Haenle. Guía de materiales plásticos. Propiedades, ensayos, parámetros. Ed. Hanser
- M. A. Ramos Carpio "Ingeniería de los materiales plásticos" . Ed. Díaz de Santos
- Eduardo A. Mari "Los materiales cerámicos". Ed. Librería y Editorial Alsina
- Antonio Miravete "Materiales Compuestos I y II". Ed INO Reproducciones S.A.
- Hull, Derek. "Materiales compuestos". Cambridge University Press. Edición española: Editorial Reverte, S.A..

- Enrique Otero "Corrosión y degradación de materiales". Ed Sintesis
  - NAVARRO LIZANDRA, José Luis. Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas. Ed. Editorial: Publi. Univ. Jaime I
- 
- <http://www.psrc.usm.edu/spanish/index.htm> (polímeros)
  - <http://www.vetrotex.com/index.html> (fibra de vidrio)
  - <http://www.matweb.com/search/SearchSubcat.asp> (propiedades de materiales)
- 

## Actividades y recursos

### Grupo 2

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante.

En las sesiones con el grupo completo se tratan los aspectos teóricos en forma de clase magistral, que se completan con las prácticas de laboratorio, que se realizan en grupos para fomentar el trabajo en equipo.

Otro aspecto importante que se pretende desarrollar en los alumnos es la toma de decisiones, para lo que se proponen los trabajos a realizar a lo largo del cuatrimestre.

La evaluación se centrará en los aspectos básicos del comportamiento de los materiales y la relación material-procesado-estructura-aplicación

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

**1:**

Clases Magistrales:

0. Introducción: Ciencia e ingeniería de los materiales
1. Propiedades mecánicas. Control de calidad de los materiales
  - 1.a. Ensayos destructivos
  - 1.b. Metalografía
2. Fundamentos teóricos del estado sólido
  - 2.a. Fundamentos teóricos
  - 2.b. Imperfecciones cristalinas y procesos de difusión
3. Endurecimiento
4. Materiales metálicos
  - 4.a. Aleaciones hierro-carbono
  - 4.b. Clasificación de los aceros. Tratamientos térmicos
  - 4.c. Aleaciones ligeras. Al, Mg y Ti



- 4.d. Aleaciones pesadas. Cu y sus aleaciones
- 5. Materiales cerámicos
  - 5.a. Propiedades y procesado de materiales cerámicos
  - 5.b. Clasificación de los materiales cerámicos
- 6. Materiales poliméricos
  - 6.a. Clasificación y propiedades
  - 6.b. Procesos de conformación
- 7. Materiales compuestos
- 8. Corrosión
  - 8.a. Procesos de corrosión
  - 8.b. Protección contra la corrosión

## 2:

Clases Practicas:

1. Ensayos de tracción sobre metales
2. Ensayos de dureza Brinell, Vickers y Rockwell
3. Ensayos de dureza de polímeros
4. Ensayos de deformación y recristalización de cobre
5. Ensayos de metalografía
6. Ensayos de temple de aceros
7. Ensayos Charpy
8. Ensayos de tracción sobre polímeros
9. Ensayos de choque térmico en vidrios
10. Ensayos de tracción sobre materiales compuestos

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Apraiz Barreiro, José. Tratamientos térmicos de los aceros / por José Apraiz Barreiro . - 10ª ed. Madrid : CIE Dossat 2000, D.L. 2002
- Askeland, Donald R.. Ciencia e ingeniería de los materiales / Donald R. Askeland . - Ed. española Madrid : Paraninfo, Thomson Learning, D.L. 2001
- Avner, Sydney H.. Introducción a la metalurgia física / Sydney H. Avner ; traductor, José Luis Estrada Haen México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1987
- Callister, William D., jr.. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales / William D. Callister, jr ; [versión española por Pere Molera Solà y Marc J. Anglada Gomila] . - [1ª] ed. en español, reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, 2007
- Coca Rebolero, Pedro. Ciencia de materiales : teoría, ensayos, tratamientos / Pedro Coca Rebolero, Juan Rosique Jiménez . - [11ª ed., reimp.] Madrid : Pirámide, 2003
- Flinn, Richard A.. Materiales de ingeniería y sus aplicaciones / Richard A. Flinn, Paul K. Trojan ; Traducción Gustavo Tovar Sanchez ; Revisión técnica Hector Hernandez A. . - 3a. ed. Bogotá [etc.] : McGraw-Hill, 1991
- Hellerich, Walter. Guía de materiales plásticos : propiedades, ensayos, parámetros, con 129 gráficas, 62 diagramas, 4

- cuadros sinópticos y numerosas tablas / Walter Hellerich, Günther Harsch, Siegfried Haenle . - 5a. ed. en alemán, 1a. edición española Barcelona : Hanser, D.L. 1992
- Hull, Derek. Materiales compuestos / Derek Hull Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 1987
  - Mari, Eduardo A.. Los materiales cerámicos : un enfoque unificador sobre las cerámicas tradicionales y avanzadas, los vidrios, los cementos, los refractarios y otros materiales inorgánicos no metálicos / Eduardo A. Mari Buenos Aires : Alsina, cop. 1998
  - Martín San José, Jesús. Ingeniería de materiales para industria y construcción / Jesús Martín San José, María Antonieta Madre Sediles, José Zaragoza : Mirá Editores, 2004
  - Materiales compuestos / Director de la obra Antonio Miravete ; coautores: E. Larrode... [et al.] [Zaragoza] : Los autores, 2000
  - Navarro Lizandra, José Luis. Maquetas, modelos y moldes : Materiales y técnicas para dar forma a las ideas/ José Luis Navarro Lizandra . - [Reimp.] Castelló de la Plana : Publicacions de la Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions, D.L. 2005
  - Otero Huerta, Enrique. Corrosión y degradación de materiales / Enrique Otero Huerta Madrid : Síntesis, 2001
  - Ramos Carpio, Miguel Angel. Ingeniería de los materiales plásticos / M.A. Ramos Carpio, M.R. de María Ruíz Madrid : Díaz de Santos, D.L. 1988
  - Shackelford, James F.. Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros / James F. Shackelford ; traducción, adaptación y revisión técnica, Alfredo Güemes Gordo, Nuria Martín Piris ; revisión técnica para Latinoamérica, Claudio Guillermo Rocco, Daniel Àscar Díaz Madrid [etc.] : Pearson Prentice Hall, D.L. 2010
  - Smith, William F.. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales / William F. Smith, Javad Hashemi ; traducción Gabriel Nagore Cázares, Pedro Alejandro González Caver ; revisión técnica Leonarda Carrillo Avilés, José A. Bellido Velasco . - 4ª ed., [1ª reimp.] México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, imp. 2007