

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

MANUAL DE PRÁCTICAS DEL  
**LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN  
DE MATERIALES NO METÁLICOS**

Edgar Isaac Ramírez Díaz  
Oswaldo Ruiz Cervantes

DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA  
EN MATERIALES

RAMÍREZ DÍAZ, Edgar Isaac; Osvaldo Ruiz Cervantes *et. al.*  
*Manual de prácticas del laboratorio de Caracterización de  
materiales no metálicos.* México, Universidad Nacional  
Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2019, 137 p.

***Manual de prácticas del laboratorio de Caracterización  
de materiales no metálicos***

Primera edición: 19 de agosto de 2019

D.R. © 2019, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México,  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Cd. Mx., México, C. P. 04510.

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria,  
Delegación Coyoacán, C. P. 04510, México, Cd. Mx.  
<http://www.ingenieria.unam.mx>

Prohibida la reproducción o transmisión total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México.

Se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico por el apoyo  
otorgado mediante el PAPIME a los proyectos PE107614 "Laboratorio de caracteri-  
zación de materiales no metálicos" y PE109016 "Laboratorio de caracterización de  
materiales no metálicos 2".

Tiraje = 1  
Tamaño del documento = 15 Mb  
Archivo en formato PDF

Unidad de Apoyo Editorial

---

Corrección de estilo y cuidado de la edición: Elvia Angélica Torres Rojas  
Diseño de la portada: Nismet Díaz Ferro

# Colaboradores

---

M. en C. Francisco Sánchez Pérez

Biol. Germán Álvarez Lozano

Ing. Oswaldo Hernández Gómez

Ing. Mauricio Cristóbal Granados

Ing. Eduardo Arturo Ruiz Allende

Ing. José Salvador Lara Ramírez

Víctor Manuel García Pantoja

Ing. Daniela Sánchez Castellanos

José Gerardo Anaya López

Reyna Elena Álvarez Pardo

# Presentación

---

En la Facultad de Ingeniería de la UNAM, desde hace varios años, se ha trabajado en aspectos relativos a la aplicación de la ingeniería en diversos ámbitos de la tecnología de materiales, lo que se ha traducido en un generador importante de proyectos para el sector mecánico e industrial. Lo anterior ha permitido la producción de un gran número de tesis de licenciatura y posgrado, teniendo con esto un impacto muy favorable en cuanto a la formación de recursos humanos.

Materiales no metálicos es una asignatura fundamental tanto del área como en general. En concreto, lo que se propone es el desarrollo e implementación de 11 prácticas de laboratorio que contengan los objetivos y donde se expliquen los pasos a seguir para el desarrollo de cada experimento. También se incluyen las actividades que los alumnos deben realizar. La parte de conceptos generales será pedida a criterio del profesor para la entrega del reporte correspondiente. Los protocolos desarrollados permitirán complementar los conocimientos proporcionados en la teoría.

Dentro del plan de estudios de Ingeniería Mecánica se tiene la asignatura de Materiales no Metálicos en el 7º semestre de la carrera, y sería esta asignatura la principal beneficiada del desarrollo de este manual, pero indirectamente materias como Tecnología de Materiales de la carrera de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Materiales de la carrera de Mecatrónica, también. Actualmente, el laboratorio se desarrolla sin un manual formal, y si bien son temas asociados a la teoría, la gran mayoría de los protocolos requieren una actualización y, en algunos casos, el desarrollo desde cero. Por lo que el objetivo que se persigue con la generación de este manual es el de establecer un documento formal de las prácticas de laboratorio que permita una relación más cercana con el curso de teoría y con esto fomentar un mejor aprendizaje de parte de los alumnos.

En el manual de laboratorio que a continuación se presenta, cada protocolo incluye una breve introducción acerca del tema central de la práctica, el material y equipo necesario para desarrollarla, la metodología a detalle, así como las actividades a desarrollar por el alumno para elaborar su reporte final.

Finalmente, se agradece al personal de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad su valiosa colaboración para la edición de este manual.

**Ciudad Universitaria, agosto de 2019**

# Índice de prácticas

---

<b>PRÁCTICA 1. Fabricación de probetas cerámicas y poliméricas para caracterización mecánica .....</b>	<b>1.1</b>
1.1 Objetivos .....	1.1
1.2 Introducción .....	1.1
1.3 Material y equipo por utilizar .....	1.2
1.4 Desarrollo experimental .....	1.3
1.4.1 Preparación de las probetas cerámicas .....	1.8
1.4.2 Preparación de las probetas poliméricas .....	1.10
1.4.3 Preparación de las probetas de espuma de poliuretano .....	1.13
1.4.4 Preparación de las probetas de madera .....	1.14
1.4.5 Preparación de las probetas de bambú-resina .....	1.15
1.5 Actividades para el alumno .....	1.16
1.6 Bibliografía .....	1.17
<b>PRÁCTICA 2. Medición de la variación estadística en la resistencia de materiales ...</b>	<b>2.1</b>
2.1 Objetivos .....	2.1
2.2 Introducción .....	2.1
2.3 Material y equipo por utilizar .....	2.1
2.4 Desarrollo experimental .....	2.2
2.5 Actividades para el alumno .....	2.4
2.6 Bibliografía .....	2.6
<b>PRÁCTICA 3. Tenacidad de fractura <math>K_{Ic}</math> .....</b>	<b>3.1</b>
3.1 Objetivos .....	3.1
3.2 Introducción .....	3.1
3.3 Material y equipo por utilizar .....	3.6
3.4 Desarrollo experimental .....	3.6
3.5 Actividades para el alumno .....	3.9
3.6 Bibliografía .....	3.10

<b>PRÁCTICA 4. Fabricación de sólidos celulares para ensayos de compresión. ....</b>	<b>4.1</b>
4.1 Objetivos.....	4.1
4.2 Introducción.....	4.1
4.3 Material y equipo por utilizar .....	4.5
4.4 Desarrollo experimental .....	4.5
4.5 Actividades para el alumno .....	4.6
4.6 Bibliografía .....	4.10
<b>PRÁCTICA 5. Desarrollo de técnicas para polimerización. ....</b>	<b>5.1</b>
5.1 Objetivos.....	5.1
5.2 Introducción.....	5.1
5.3 Material y equipo por utilizar. ....	5.4
5.4 Desarrollo Experimental. ....	5.4
5.5 Actividad para el alumno. ....	5.5
5.6 Bibliografía .....	5.6
<b>PRÁCTICA 6. Pruebas de tracción y relajación de esfuerzos en polímeros. ....</b>	<b>6.1</b>
6.1 Objetivos.....	6.1
6.2 Introducción.....	6.1
6.3 Material y equipo por utilizar .....	6.3
6.4 Desarrollo experimental .....	6.3
6.5 Actividades para el alumno .....	6.5
6.6 Bibliografía .....	6.7
<b>PRÁCTICA 7 Procesos de manufactura de polímeros.....</b>	<b>7.1</b>
7.1 Objetivos.....	7.1
7.2 Introducción.....	7.1
7.3 Material y equipo por utilizar .....	7.5
7.4 Desarrollo experimental .....	7.5
7.5 Actividades para el alumno .....	7.6
7.6 Bibliografía .....	7.8

<b>PRÁCTICA 8. Fabricación de sólidos celulares mediante manufactura aditiva y caracterización a compresión.....</b>	<b>8.1</b>
8.1 Objetivos.....	8.1
8.2 Introducción.....	8.1
8.3 Material y equipo por utilizar .....	8.2
8.4 Desarrollo experimental .....	8.2
8.5 Actividades para el alumno .....	8.10
8.6 Bibliografía .....	8.11
<b>PRÁCTICA 9. Caracterización de superficies poliméricas: Análisis estadístico de la rugosidad y obtención del coeficiente de fricción mediante pruebas en el AFM.....</b>	<b>9.1</b>
9.1 Objetivos.....	9.1
9.2 Introducción.....	9.1
9.3 Material y equipo por utilizar .....	9.4
9.4 Desarrollo experimental .....	9.5
9.5 Actividades para el alumno .....	9.8
9.6 Bibliografía .....	9.14
<b>PRÁCTICA 10. Ensayo de tracción en materiales naturales .....</b>	<b>10.1</b>
10.1 Objetivos.....	10.1
10.2 Introducción .....	10.1
10.3 Material y equipo por utilizar.....	10.8
10.4 Desarrollo experimental.....	10.9
10.5 Actividades para el alumno .....	10.13
10.6 Bibliografía.....	10.16
<b>PRÁCTICA 11. Determinación experimental de la viscosidad en polímeros. ....</b>	<b>11.1</b>
11.1 Objetivos.....	11.1
11.2 Introducción. ....	11.1
11.3 Material y equipo por utilizar.....	11.4
11.4 Desarrollo experimental.....	11.5
11.5 Actividades para el alumno .....	11.6
11.6 Bibliografía.....	11.7
<b>ANEXOS .....</b>	<b>A.0</b>