

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



# MANUAL DE PRÁCTICAS

## Ciencias de los Materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

Ing. Aeroespacial

Semestre 2020-1

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROSPAECIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 1 / 7

## ÍNDICE

Número	Práctica
	<b>REGLAMENTO PARA USO DE LABORATORIOS Y TALLERES</b>
1	Propiedades de los Materiales
2	Dureza
3	Ensayo Metalográfico
4	Ensayo Jominy
5	Fundición de Aluminio
6	Curvas de Enfriamiento

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROESPACIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 2 / 7

## REGLAMENTO PARA USO DE LABORATORIOS Y TALLERES

### OBJETIVOS

- Establecer las condiciones generales y las reglas básicas de conducta asociadas al funcionamiento y al uso de los laboratorios y talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (FCITEC).
- Establecer lineamientos para la seguridad de los usuarios del laboratorio o taller, en el manejo adecuado de los equipos y materiales que allí se encuentren.
- Prestar un eficiente servicio a los usuarios, mediante el adecuado funcionamiento del equipo e instalaciones.

### CAPITULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

**Artículo 1.-** El presente reglamento es de observancia para todos los alumnos, y personal de Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.

**Artículo 2.-** Son sujetos de este reglamento todos los estudiantes que se encuentren inscritos como alumnos en cualquiera de sus programas educativos, docentes de tiempo completo y asignatura, técnicos académicos, invitados, así como personal administrativo de la “Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.”

**Artículo 3.-** La aplicación y vigilancia del presente reglamento compete al Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, a la Subdirectora, Administrador y al Coordinador de Programa Educativo, Coordinador de Tronco Común de Ingeniería.

**Artículo 4.-** Para los efectos de este reglamento se entiende por:

I.” FCITEC”, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.

II. **Director**, al Director de la FCITEC;

III. **Subdirector**, al Subdirector Académico;

IV. **Administrador**, al Administrador

IV. **Laboratorio/Taller**, al área destinada para efectuar prácticas, y actividades referentes a las carreras impartidas en la FCITEC; y

V. **Comisión de Honor y Justicia**, al órgano encargado de velar por el debido cumplimiento del presente reglamento.

**Artículo 5.-** Corresponde al Técnico Académico responsable de laboratorio, la coordinación de las actividades referentes al uso y cuidado que debe observarse en los laboratorios de la “FCITEC.”

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROESPACIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 3 / 7

## CAPITULO II

### PROCEDIMIENTO PARA EL USO Y CUIDADO DE LOS LABORATORIOS

**Artículo 6.-** La entrada de los alumnos a los laboratorios será con previa programación y horarios destinados para su uso.

**Artículo 7.-** El alumno solo podrá acceder a los laboratorios bajo la supervisión y autorización del profesor de la materia.

**Artículo 8.-** El alumno deberá registrarse para ingresar a los laboratorios, previo registro y credencial vigente legible sin enmendaduras y que lo acredite como alumno de la "FCITEC".

**Artículo 9.-** El plantel no se hace responsable de robo, daños o percances ocasionados al material introducido por el alumno o profesor y que sea utilizado para la elaboración de proyectos de los alumnos por lo que se atenderá lo siguiente:

- a) El material podrá permanecer en el Laboratorio por un lapso no mayor a dos semanas, después de haber sido presentado en su materia.
- b) Si se requiere mayor tiempo de permanencia, deberá ser autorizado por Administración, notificando a la Subdirección Académica.
- c) De no cumplirse lo anterior, el material se dispondrá fuera del área de trabajo sin responsabilidad para "FCITEC".

**Artículo 10.-** Dentro de los laboratorios los docentes y los alumnos, deberán usar el equipo de seguridad adecuado para el trabajo o práctica que desempeñaran, siendo el profesor a cargo del grupo el indicado para supervisar que los alumnos cumplan con ello.

**Artículo 11.-** El préstamo de material, equipo y herramienta deberá realizarse conforme a la política de préstamos de la FCITEC.

**Artículo 12.-** Cualquier trabajo que se realice dentro de los laboratorios deberá ser supervisado por el profesor responsable de la materia.

**Artículo 13.-** Es responsabilidad del grupo y/o usuario(s), el dejar limpio y en buenas condiciones de uso, las instalaciones (y espacios utilizados durante la práctica) y (así como disponer para del) material que sea utilizado en cualquiera de los distintos laboratorios.

**Artículo 14.-** Los alumnos que hagan mal uso, en forma parcial o total el equipo y mobiliario de los laboratorios, serán sujetos a la sanción que establezca la Dirección.

**Artículo 15.-** El equipo y herramientas sólo deberán ser utilizados en el interior de las áreas destinadas para su uso. Tratándose de alguna actividad fuera del Taller o Laboratorio, deberá ser autorizado por la Administración.

**Artículo 16.-** Queda prohibido el uso de herramienta y/o equipos de laboratorio para realizar trabajos que diferentes a aquellos para los que están destinados.

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROESPACIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 4 / 7

**Artículo 17.-** Es responsabilidad del usuario, los residuos generados en sus prácticas, conforme a la “Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos”. Se deberá reportar al Técnico Académico para su correcta disposición.

### CAPITULO III

#### DERECHOS DE LOS USUARIOS

**Artículo 18.-** Son los derechos de los usuarios:

- I. Tener acceso a los laboratorios el día y hora, para realizar prácticas en las asignaturas que así lo requiera, conforme a los horarios oficiales, o previa calendarización y/o agenda de su uso. El docente requerirá previa identificación.
- II. Obtener el préstamo interno del material de laboratorio necesario para realizar sus prácticas, dentro de los primeros 15 minutos de clase, previa identificación con credencial legible y vigente de la “FCITEC”, acorde a stock de materiales.
- III. Recibir por parte del Técnico Académico la orientación e información sobre el adecuado uso de los laboratorios.

### CAPITULO IV

#### OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS

**Artículo 19.-** Las obligaciones de los usuarios son:

- I. Cumplir con todo lo establecido en el presente Reglamento;
- II. Abstenerse de dañar parcial o totalmente el mobiliario, así como de los materiales y equipo del laboratorio.
- III. Usar e identificar el equipo de seguridad adecuado para el trabajo o práctica que desempeñen (No proporcionado por la Universidad).
- IV. Conducirse con respeto hacia el personal administrativo, académico y estudiantil de los laboratorios;
- V. Desarrollar todas y cada una de las actividades de prácticas, dentro del área del laboratorio previamente asignada por el programa educativo respectivo.
- VI. Cuidar el mobiliario de los talleres y/o laboratorios, previamente asignada por el Programa educativo respectivo.
- VII. Hacer uso del mobiliario y equipo únicamente para los fines académicos enmarcados por la “FCITEC”.
- VIII. Por estatuto escolar se tiene tolerancia de 10 minutos para registrar su acceso así mismo registrar salida de los laboratorios al término del uso.
- IX. Resarcir daños causados al patrimonio de “FCITEC” de los que resultaren responsables siempre y cuando así lo determine la administración y subdirección académica.
- X. Abstenerse de fumar en el interior de los laboratorios.

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROESPACIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 5 / 7

- XI. Abstenerse de introducir alimentos, así como cualquier tipo de bebida al interior de las instalaciones;
- XII. Abstenerse de dejar basura en el interior de los laboratorios;
- XIII. Para el préstamo de materiales y equipo, se deberá referir a las políticas de préstamo;
- XIV. Abstenerse de sacar o introducir a los laboratorios, cualquier tipo de material sin previa autorización del responsable;
- XV. Abstenerse de operar cualquier máquina o equipo sin autorización y supervisión del docente o del responsable de los laboratorios y/o talleres;
- XVI. Reportar inmediatamente cualquier accidente de trabajo ocurrido en los laboratorios y/o talleres;
- XVII. Abstenerse de permanecer, dentro de los laboratorios fuera de los horarios asignados para sus respectivas prácticas, sin previa autorización.
- XVIII. Llenar la bitácora de uso diario del equipo con todos los datos solicitados en el formato.
- XIX. Para hacer uso de los laboratorios y/o talleres es necesario estar dado de alta en el seguro facultativo y presentar el comprobante de la vacuna de tétanos, cuando se le requiera.
- XX. Revisar la máquina y/o equipo antes y después de su uso, para asegurarse que se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento.
- XXI. Activar ante el IMSS su seguro facultativo, para tener acceso a los laboratorios y talleres de "FCITEC". Es responsabilidad del docente verificar que el estudiante bajo su cargo tenga activo el seguro facultativo y en el caso que corresponda comprobar que tenga la vacuna del tétanos con los refuerzos.

## CAPÍTULO V

### REGLAS DE SEGURIDAD

**Artículo 20.-** El alumno, desde el momento mismo que ingrese a las instalaciones de los laboratorios o talleres, deberá observar la seguridad en las instalaciones, debiendo actuar con cautela y prudencia en el manejo de los aparatos e instrumentos que utilice para sus prácticas, tomando en consideración que por su propia naturaleza resulta de peligro utilizarlos en forma indebida. Así mismo deberá identificar las rutas y salidas de evacuación.

**Artículo 21.-** Los usuarios deberán utilizar el uniforme, pantalón, zapato cerrado y accesorios de seguridad que correspondan acorde a la NOM-017-STPS-2008.

**Artículo 22.-** En las prácticas que se utilicen sustancias químicas, deberán tomarse las medidas de seguridad pertinentes, que serán evaluadas por el profesor responsable.

**Artículo 23.-** Cualquier problema identificado en el laboratorio o taller, deberá ser notificado inmediatamente al profesor titular de la materia y/o al Técnico Académico.

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROESPACIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 6 / 7

## CAPÍTULO VI

### SANCIONES

Sin menoscabo de las sanciones previstas por otros ordenamientos, los usuarios de los laboratorios y/o talleres, serán responsables por el incumplimiento de las presentes disposiciones, y serán sancionados de conformidad a lo establecido por el artículo 26 del presente Reglamento, mismas que podrán ser aplicadas en forma individual o colectiva.

**Artículo 24.-** A los usuarios que infrinjan las disposiciones del presente Reglamento podrán ser sujetos a las siguientes sanciones, de conformidad con la gravedad de la falta Sic. Artículo 126 & 127 del estatuto escolar:

- I. Amonestación verbal;
- II. Amonestación por escrito;
- III. Reposición;
- IV. Suspensión de los derechos de usuario; y
- V. Suspensión de los derechos académicos.

**Artículo 25.-** A los usuarios que infrinjan alguna de las obligaciones señaladas en el Artículo 21 del presente Reglamento se harán acreedores a las sanciones siguientes:

- I. Amonestación verbal, a las conductas señaladas en las fracciones I, III, V; VII, VIII, X y XVII;
- II. Amonestación por escrito con copia a su expediente, a las conductas señaladas en las fracciones XIII, XIV y XV;
- III. Reposición, a las conductas señaladas en las fracciones II y VII

Observando lo siguiente:

a). En caso de pérdida, destrucción total o parcial de mobiliario el alumno deberá reponer dicho material en un término no mayor de quince días naturales improrrogables o bien cuando se trate de material deberá reponerlo por otro similar; tratándose de materiales discontinuados o especiales, se tendrá que pagar el costo adicional por la dificultad que genere su reposición a los laboratorios de "FCITEC".

IV. Suspensión de los Derechos de usuario, a las conductas señaladas en las fracciones II VII y XV II observando lo siguiente:

a) Cuando se trate de material dañado a partir de la fecha de la sanción, que concluirá cuando el material dañado sea repuesto por el usuario.

V. Suspensión de los Derechos Académicos, a las conductas señaladas en las fracciones II, XI XII y XV observando lo siguiente:

a) Será suspendido seis meses en sus derechos académicos a partir de la comisión de la falta, a partir del inicio o término del siguiente semestre.

**Artículo 26.-** Al finalizar cada semestre los Técnicos Académicos responsables de Talleres enviará a la Administración el listado de alumnos, académicos y otros usuarios que incumplan las condiciones de préstamo, con copia al expediente académico del alumno moroso, para que se le impongan las sanciones previstas en éste Reglamento.

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IAE
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AEROSPAECIAL	REVISIÓN No. 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES	PAGINA 7 / 7

**Artículo 27.-** A los empleados académicos y administrativos, que incurran en alguna de las faltas mencionadas en estas disposiciones, se les aplicarán las sanciones o medidas disciplinarias que procedan de acuerdo a la Ley del Trabajo de los Servidores Públicos del Estado y Municipios y la Ley de Responsabilidades de los Servidores Públicos del Estado y Municipios.

**Artículo 28.-** Las sanciones se impondrán tomando en consideración las condiciones personales y los antecedentes del infractor, las circunstancias en que se cometió la falta y la gravedad de la misma.

**Artículo 29.-** En todos los casos de responsabilidad relacionada con el uso de laboratorios, se otorgará al responsable de garantía de audiencia, ante la autoridad universitaria correspondiente.

### TRANSITORIOS

**ARTÍCULO PRIMERO.** - El Presente Reglamento entrará en vigor a partir del periodo escolar 2018-2. Se publicará a través del órgano informativo interno de la "ECITEC".

**ARTÍCULO SEGUNDO.** - Las situaciones no previstas en este Reglamento serán resueltas por la Dirección de la "FCITEC".

<b>Realizado por</b> Dr. Juan Antonio Ruiz Ochoa <b>Función</b> Profesor - Investigador	<b>Coordinado por</b> Dr. Oscar Adrián Morales Contreras <b>Función</b> Coordinador de Ing. Aeroespacial.	<b>Aprobado por</b> M. I. Antonio Gómez Roa <b>Función</b> Director
--	--	--

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 1. Propiedades de los materiales

Ing. Aeroespacial

Integrantes:

Grupo:

Fecha:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2009-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Materiales	DURACIÓN (HORAS)
1		PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	2

**1 INTRODUCCIÓN**

Esta Unidad de Aprendizaje aporta al perfil del ingeniero la capacidad para identificar los diferentes tipos de materiales que pueden ser clasificados en Materiales metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos, así como su relación entre la estructura cristalina con las diferentes propiedades térmicas, eléctricas y mecánicas en función de las necesidades para las diferentes aplicaciones en que pueden estar involucrados.

Los materiales son la sustancia que compone cualquier cosa o producto. Desde el comienzo de la civilización, los materiales junto con la energía han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida. Como los productos se fabrican a base de materiales, estos se encuentran en cualquier parte alrededor nuestro. Los más comúnmente encontrados son la madera, el ladrillo, el acero, el plástico, el caucho, el cobre y el papel. La selección apropiada de los materiales es de gran importancia para los industriales. La ingeniería es un puente entre la ciencia y la sociedad, y el papel del ingeniero consiste en aplicar los últimos descubrimientos científicos para la solución de problemas. Metales como el acero y la plata (composiciones de acero y plata pueden contarse por millares); cerámicos como el vidrio y la porcelana (existen más de 10 mil variedades); plásticos o polímeros como el polietileno (existen más de 9 mil variedades) y la madera, son el resultado de la aplicación de la ingeniería metalúrgica, importantes en los medios y las formas que utilizamos cotidianamente. Los técnicos e ingenieros no pueden llegar a conocer la totalidad de las propiedades de los materiales en sus numerosas formas.

Los diferentes materiales poseen propiedades únicas de acuerdo a varias características inherentes a su estado y constitución física, así como a su composición química y enlaces que forman los átomos/moléculas que los componen. De acuerdo a esto, se pueden identificar y cualificar sus propiedades mediante pruebas y ensayos, muchas de ellas de manera sencilla y otras con aparatos de medición o identificación muy sofisticados.

El laboratorio de materiales cuenta con equipos que nos ayudan a cuantificar y cualificar algunas de las propiedades de los materiales.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

**2 COMPETENCIA**

Identificar algunas de las propiedades de los cuatro diferentes tipos de materiales, de acuerdo a su clasificación, así como la cualificación y cuantificación de algunas de ellas.

Competencias genéricas:

- Competencias instrumentales
  - Capacidad de análisis y síntesis
  - Capacidad de organizar
  - Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Competencias interpersonales
  - Capacidad crítica y autocrítica
  - Trabajo en equipo
  - Habilidades interpersonales
- Competencias sistémicas
  - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
  - Habilidades de investigación
  - Capacidad de aprender
  - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
  - Habilidad para trabajar en forma autónoma
  - Búsqueda del logro

Elaboró:

- Nombre de los integrantes del equipo
- 

Revisó:

Profesor: Juan Antonio Ruiz Ochoa

**3 FUNDAMENTO**

**Tipos de Materiales**

- Metales y aleaciones: hierro y acero, aluminio, cobre, níquel, titanio, etc., y sus aleaciones.
- Polímeros: PVC, PET, Teflón, resinas, pegamentos, etc. Comúnmente llamados plásticos.
- Cerámicos y vidrios: vidrios, cementos, hormigones, etc.
- Materiales compuestos: mezcla de materiales, como son la madera, fibra de vidrio, fibra de carbono, polímeros rellenos, etc.

**Propiedades de los Materiales**

Los materiales se diferencian entre sí por una serie de propiedades que hacen que se



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

manifiesten de cierta manera, bajo ciertas circunstancias, dichas propiedades, a veces pueden identificarse a través de los sentidos, pero por lo general, se necesitan aparatos de medición e identificación para saber con precisión sus respectivas propiedades.

Algunas de estas propiedades son:

- Forma
- Tenacidad (fractura)
- Dureza
- Comportamiento con la luz
- Comportamiento con el calor
- Permeabilidad
- Tacto
- Conducción de la electricidad
- Color
- Ductilidad
- Densidad
- Viscosidad
- Resistencia Mecánica
- Composición Química
- Refractancia

<b>4</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<b>A</b>	<b>EQUIPO NECESARIO</b>	<b>MATERIAL DE APOYO</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computadora con internet</li><li>• Libros sobre las propiedades de los materiales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Metales varios</li><li>• Cerámicos</li><li>• Polímeros</li><li>• Materiales compuestos</li></ul>
<b>B</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRACTICA</b>	
	<b>Aquí toda su investigación</b>	
<b>C</b>	<b>REPORTE</b>	

<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	
	<b>Resultados</b>	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

**Conclusiones.**

- Una por cada integrante del equipo
- 

**6 ANEXOS**

**7 REFERENCIAS**

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 2. Ensayo de dureza

Ing. Aeroespacial

**Integrantes:**

**Grupo: 556**

**Fecha:**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2009-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Materiales	DURACIÓN (HORAS)
2	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Dureza	2

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>
----------	---------------------

Muchos materiales, en servicio, están sometidos a fuerzas o cargas; Ejemplos incluyen: La aleación de aluminio de la que se construye un ala de avión y el acero en un eje del automóvil. En tales situaciones, es necesario conocer las características de los materiales y diseñar el miembro de la que está hecho de tal manera que la deformación que exista no sea excesiva y no produzca fractura. El comportamiento mecánico de un material que refleja la relación entre la respuesta o la deformación a una carga aplicada o fuerza. Propiedades mecánicas importantes son resistencia, dureza, ductilidad y rigidez.

La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material. Si bien, es un término que nos da idea de solidez o firmeza, no existe una definición única acerca la dureza y se la suele definir arbitrariamente en relación al método particular que se utiliza para la determinación de su valor. De esta manera algunas definiciones son:

- 1) Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración)
- 2) Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote)
- 3) Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste)
- 4) Resistencia al rayado (dureza por rayado).

Independientemente de las definiciones enumeradas, en general, se entiende por dureza la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga.

En la Tabla 1 se muestran los tipos de penetradores y los tipos de huellas producidas asociados a cuatro ensayos de dureza comunes: Brinell, Vickers, Knoop y Rock-well. El número de dureza para cada uno de estos ensayos depende del penetrador y de la carga aplicada.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS**

**Prácticas de laboratorio o Taller**

Ensayo	Penetrador	Forma del penetrador		Carga	Fórmula del número de dureza
		Vista lateral	Vista en planta		
Brinell	Esfera de 10 mm fabricada de acero o carburo de wolframio			$P$	$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Vickers	Pirámide de diamante			$P$	$VHN = \frac{1.72P}{d_1^2}$
Microdureza Knoop	Pirámide de diamante			$P$	$KHN = \frac{14.2P}{l^2}$
Rockwell	Cono de diamante			60 kg 150 kg 100 kg	$R_A =$ $R_C =$ $R_D =$ 100-500f
	Esfera de acero de 1/16 pulgadas			100 kg 60 kg 150 kg 100 kg	$R_B =$ $R_F =$ $R_G =$ $R_E =$ 130-500f
	Esfera de acero de 1/8 pulgadas				

Fuente: Según H. W. Hayden, W. G. Moffatt y J. Wulff, "The Structure and Properties of Materials", vol. III, Wiley, 1965, p. 12.

**Tabla 1. Tipo de penetradores y huellas**

**2 COMPETENCIA**

Evaluar el valor de dureza (Rockwell) de una pieza de acero siguiendo la normativa que marca la American Standard Testing of Materials, además de conocer los diferentes métodos, aparatos y escalas para evaluar la dureza, así como su conversión de unidades.

Elaboró:

Revisó:

Profesores

**3 FUNDAMENTO**

El ensayo de dureza Rockwell constituye el método más usado para medir la dureza debido a que es muy simple de llevar a cabo no requiere conocimientos especiales. Se pueden utilizar diferentes escalas que provienen de la ubicación de distintas combinaciones de penetradores y cargas, lo cual permite ensayar virtualmente cualquier



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS**

**Prácticas de laboratorio o Taller**

metal o aleación desde el más duro al más blando.

El método de Rockwell, aunque es un método de indentación no pretende de manera directa medir la dureza a través de la determinación directa de la magnitud de los esfuerzos de contacto, sino que la define como un número arbitrario, inversamente proporcional a la penetración del indentador. El estándar ASTM E 18-03 define la dureza Rockwell como un método de ensayo por indentación por el cual, con el uso de una máquina calibrada, se fuerza un indentador cónico esferoidal de diamante (penetrador de diamante), o una bola de acero endurecido (acero o carburo de tungsteno), bajo condiciones específicas contra la superficie del material a ser ensayado, en dos operaciones, y se mide la profundidad permanente de la impresión bajo condiciones específicas de carga. El estándar ASTM E18-03 define el número de dureza Rockwell como un número derivado del incremento neto en la profundidad del indentador cuando la fuerza en el indentador es incrementada desde una fuerza previa (preliminar específica) hasta una fuerza total (específica) y luego retornada al valor de fuerza previa.

Basándose en la magnitud de las cargas mayores y menores existen dos tipos de ensayo: Rockwell y Rockwell Superficial. En el ensayo Rockwell, la carga menor es de 10 kg mientras que las mayores son 60, 100 y 150 kg. Cada escala está representada por una letra del alfabeto, en las siguientes tablas se indican varias de estas escalas junto con los penetradores correspondientes.

Cuando se especifican durezas Rockwell y superficiales, debe indicarse además del número de dureza, el símbolo HR seguido por una identificación de la escala. Por ejemplo, 80 HRB representa una dureza Rockwell de 80 en escala B, y 60 HR30W indica una dureza superficial de 60 en la escala 30W.

También se producen inexactitudes si la muestra es demasiado delgada, si la huella se realiza demasiado cerca de un borde, o bien si dos huellas están demasiado próximas. El espesor de la probeta debe ser por lo menos alrededor de 10 veces la profundidad de la huella, también debe haber un espacio de tres diámetros de huella entre el centro de una huella y el borde de la probeta, o bien con el centro de otra indentación. La exactitud también depende de si la dureza se toma sobre una superficie perfectamente lisa.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller

**Table 6.6a Rockwell Hardness Scales**

<i>Scale Symbol</i>	<i>Indenter</i>	<i>Major Load (kg)</i>
A	Diamond	60
B	$\frac{1}{16}$ -in. ball	100
C	Diamond	150
D	Diamond	100
E	$\frac{1}{8}$ -in. ball	100
F	$\frac{1}{16}$ -in. ball	60
G	$\frac{1}{16}$ -in. ball	150
H	$\frac{1}{8}$ -in. ball	60
K	$\frac{1}{8}$ -in. ball	150

**Table 6.6b Superficial Rockwell Hardness Scales**

<i>Scale Symbol</i>	<i>Indenter</i>	<i>Major Load (kg)</i>
15N	Diamond	15
30N	Diamond	30
45N	Diamond	45
15T	$\frac{1}{16}$ -in. ball	15
30T	$\frac{1}{16}$ -in. ball	30
45T	$\frac{1}{16}$ -in. ball	45
15W	$\frac{1}{8}$ -in. ball	15
30W	$\frac{1}{8}$ -in. ball	30
45W	$\frac{1}{8}$ -in. ball	45

**Tabla 2.**

4	PROCEDIMIENTO	
A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**



**Fig. 1** Equipo Rochwell CV-600A

Se utilizó:

**1. Durómetro Rockwell analógico**

Durómetro Rockwell analógico CV-600A con una precisión conforme a EN-ISO 6508 y ASTM E-18 (figura 1)

- 2.** Una indentador de punta cónica de carburo de tungsteno.
- 3.** Una lija de 1200 para metal
- 4.** Una probeta de acero

**B DESARROLLO DE LA PRACTICA**

**C DATOS EXPERIMENTALES**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

**5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

**6 ANEXOS**

**7 REFERENCIAS**

- **Fundamentos de Ingeniería y Ciencia de Materiales**, Askeland Donald R., Fulay Pradeep P., Segunda edición, 2010. editorial CENGAGE Learning, México.
- **Ciencia e Ingeniería de los materiales**, Askeland Donald R., Phule Pradeep P., Sexta edición, 2011. editorial CENGAGE Learning, México.
- Callister, W. (2007). *Materials science and engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Smith, W. and Hashemi, J. (2013). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (4a. ed.). McGraw-Hill Interamericana

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 3. Ensayo Metalográfico

Ing. Aeroespacial

**Integrantes:**

**Grupo: 556**

Fecha



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2016-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Materiales	DURACIÓN (HORAS)
3	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	ENSAYO METALOGRAFICO	4

**1 INTRODUCCIÓN**

La metalografía microscópica (o micrografía de metales) estudia los productos metalúrgicos, con la ayuda de un microscopio óptico para determinar sus constituyentes, mediante el análisis de la morfología después de realizarse un proceso específico para evidenciarla. Este proceso requiere de lijar y pulir la superficie, y posteriormente, atacarla con un reactivo químico específico para el tipo de aleación de trabajo.

Actualmente, la metalografía ya es considerada uno de los análisis más importantes para garantizar la calidad de los materiales en el proceso de fabricación, y también para la realización de estudios en la formación de nuevas aleaciones.

Los materiales presentan diferentes morfologías, dependiendo de los tratamientos térmicos aplicados y de la composición química de sus constituyentes.

**Objetivos:**

- Comprender el concepto de metalografía.
- Comprender los requerimientos para el desarrollo de la práctica de metalografía.
- Conocer los pasos para el desarrollo de la práctica de metalografía.
- Conocer el uso del microscopio metalográfico y la pulidora.
- Desarrollar la capacidad para diferenciar entre muestras de diferentes materiales.
- Realizar un análisis completo sobre microestructuras
- Entender la importancia y uso adecuado de los instrumentos de seguridad en la práctica.

**2 COMPETENCIA**

Mediante imágenes de microscopía óptica, el alumno podrá **identificar** las fases (metalográficas) presentes en un acero, preparando previamente una muestra.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

Elaboró:

Revisó:

Profesores

DICA Juan Antonio Ruiz Ochoa

3

**FUNDAMENTO**

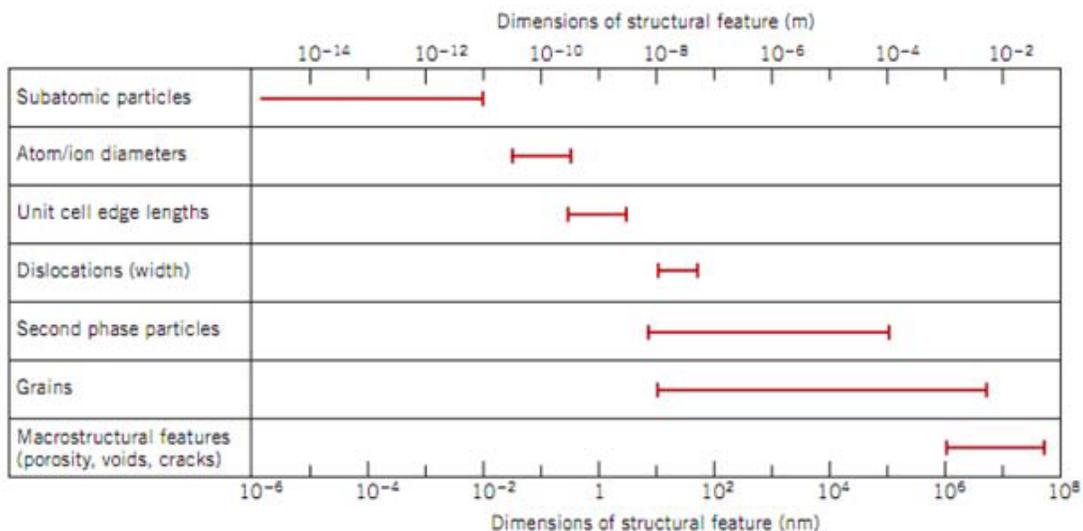
**HISTORIA**

Henry Clifton Sorby, padre de la metalografía, fue el primero en examinar bajo el microscopio una muestra metálica correctamente preparada en el año de 1863 (1).

**GENERALIDADES SOBRE LA METALOGRAFÍA**

La metalografía es una disciplina de la ciencia que se encarga de examinar y determinar los componentes en una muestra de metal, haciendo uso de Varios niveles de magnificación que pueden ir desde 20x hasta 1'000.000x (1). También se conoce como el proceso entre la preparación de una muestra de metal y la evaluación de su microestructura (2).

La figura 1 muestra el intervalo en tamaño, para el cual es posible observar ciertas microestructuras típicas en materiales. El estudio de metalografía comprende en gran parte la observación de granos, la dirección, el tamaño y la composición de los mismos; estas microestructuras pueden ser observadas en un rango entre  $10^{-8}$  m y  $10^{-2}$  m. El estudio de metalografía puede integrarse en dos subdivisiones: Análisis macroscópico y Análisis microscópico.



**Figura 1:** Diferentes rangos de tamaños para estructuras típicas en materiales (3).

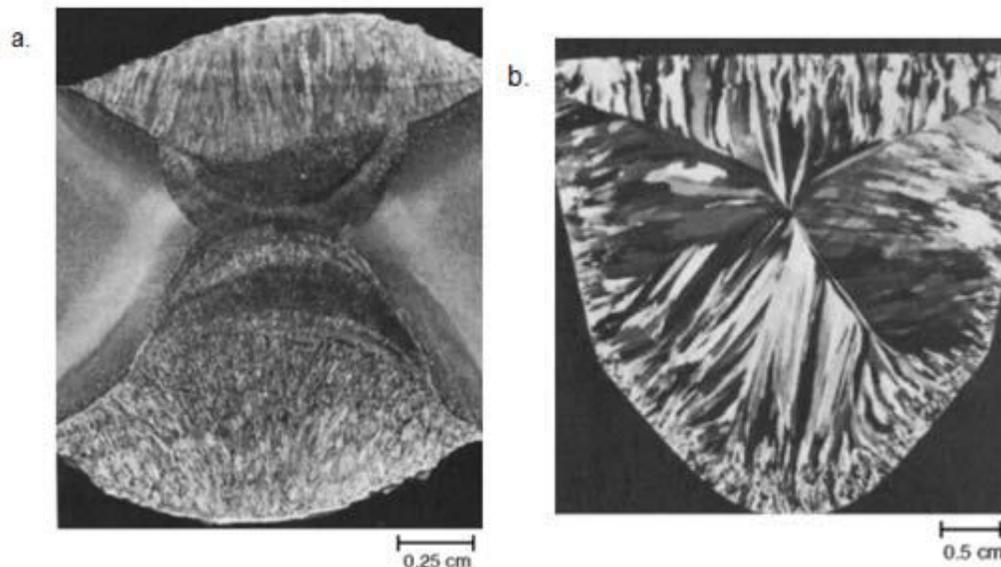


## Prácticas de laboratorio o Taller

### ANÁLISIS MACROSCÓPICO

El análisis macroscópico es aquel que se puede realizar a simple vista, es decir sin necesidad de microscopio (4). El rango de tamaño como se puede ver en la Figura 1 inicia en  $10^{-3}$  m en adelante. El análisis macroscópico se puede usar en:

- Líneas de flujo en materiales forjados.
- Capas en herramientas endurecidas por medio de tratamiento térmico.
- Zonas resultado del proceso de soldadura.
- Granos en algunos materiales con tamaño de grano visible (1).
- Marcas de maquinado.
- Grietas y ralladuras.
- Orientación de la fractura en fallas.



**Figura 2:** (a) Sección a través de una arco de soldadura a tope. (b) Macroestructura, muestra de un lingote de aluminio aleado (1).

### ANÁLISIS MICROSCÓPICO

Aquel tipo de análisis que no se puede realizar a simple vista, (menor a  $10^{-3}$  m). Observar las estructuras microscópicas en materiales ayuda a comprender el comportamiento de los mismos. El análisis microscópico se puede usar en:

- Tamaño de grano.
- Límites de grano y dislocaciones.
- Análisis microestructural.
- Distribución de fases en aleaciones (1).

Para comprender el análisis microscópico es necesario tener claridad sobre el concepto de grano y el funcionamiento del microscopio metalográfico.



**Prácticas de laboratorio o Taller**

**GRANOS**

Los metales son materiales de estructura policristalina, este tipo de materiales están compuestos por una serie de pequeños cristales los cuales se conocen convencionalmente como granos (3). Cada tipo de grano desde su concepción obtiene diferentes características físicas, por ejemplo, la orientación del mismo y la rugosidad en la superficie.



**Figura 3:** Formación de granos por solidificación (a) Se muestran los pequeños cristales iniciales dentro de la formación. (b) Los pequeños cristales crecen y se agrupan con otros cercanos. (c) Formación de granos completos. (d) Representación de los granos vistos en el microscopio (3).

**MICROSCÓPIO**

Los microscopios ópticos funcionan básicamente por medio de la combinación entre el sistema óptico y la iluminación. Como se puede ver en la parte (a) de la figura 7 se muestran 3 granos, todos de diferente color, lo que indica que poseen una microestructura diferente. En la parte (b) de la figura 7 se muestran los mismos tres granos que como se nota, poseen superficies dirigidas en diferentes ángulos; la diferencia entre la dirección que toman los haces de luz proyectados sobre dichas superficies, refleja contrastes sobre la lente creando la imagen que podemos observar en el microscopio, parte (c).



Prácticas de laboratorio o Taller

Adicionalmente los átomos en los límites de grano son más reactivos durante el ataque químico y se disuelven en mayor cantidad que el grano mismo, por ello la reflexividad cambia y se acrecienta su visibilidad (3).

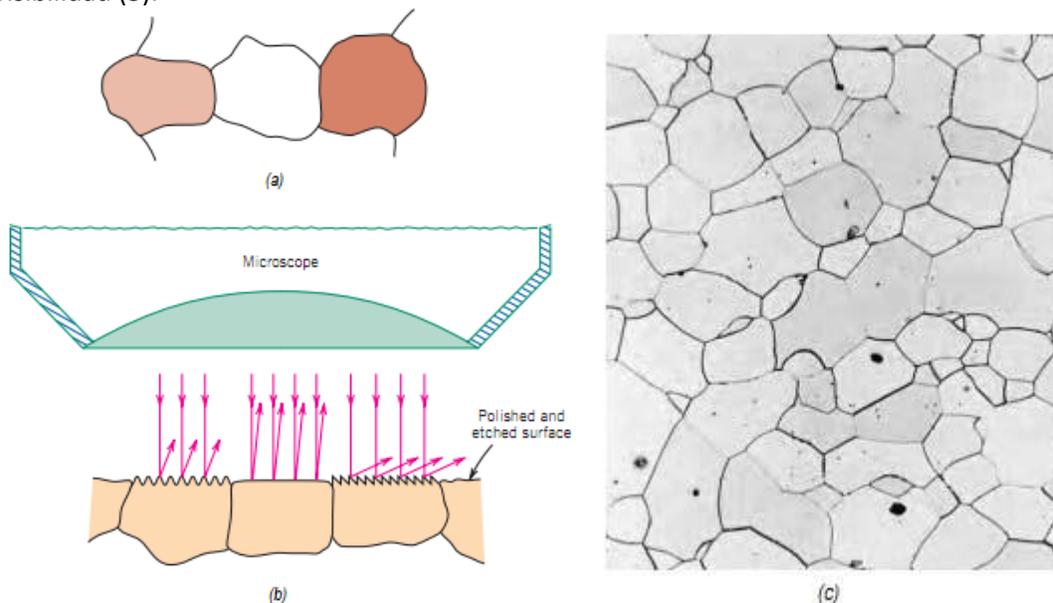


Figura 4: Funcionamiento de un microscopio metalográfico (3).

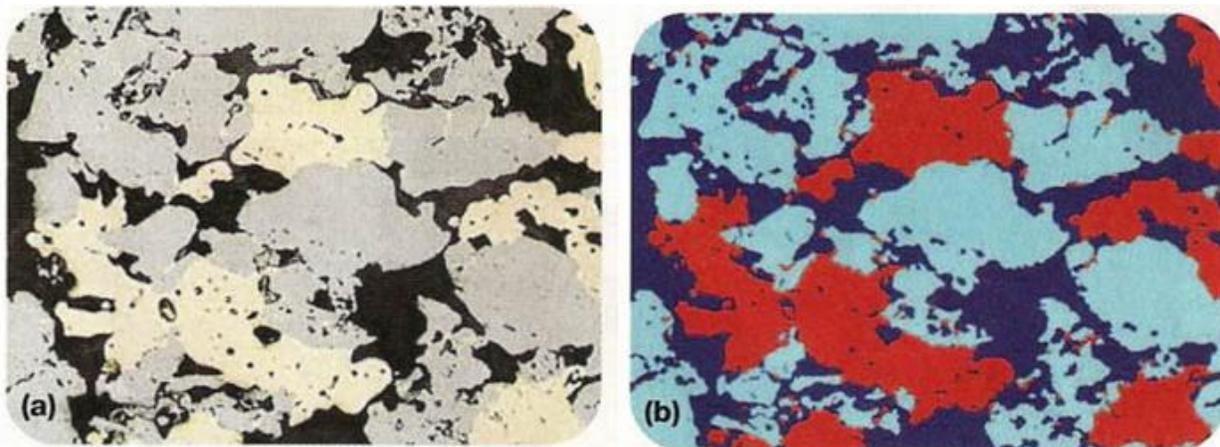


Figura 5: (a) Polvo de metal compuesto por acero y cobre. (b) El polvo ha sido rociado con químicos colorantes; en la figura tenemos, acero de color azul, cobre de color rojo y porosidades de color azul oscuro (5).

Las siguientes tablas muestran la microestructura de algunas aleaciones ferrosas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller

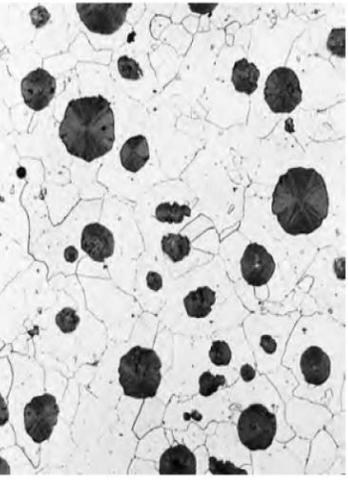
HIERRO BLANCO	HIERRO GRIS	HIERRO NODULAR O DÚCTIL
		
Las regiones blancas muestran cementita rodeadas por perlita, que posee una estructura laminar de ferrita y cementita. 500x.	Copos de grafito (color negro) dentro de una matriz ferrítica. 400x.	Nódulos de grafito (color negro) dentro en una matriz ferrítica. 200x.

Tabla 1: Imágenes sobre hierros típicos (3).

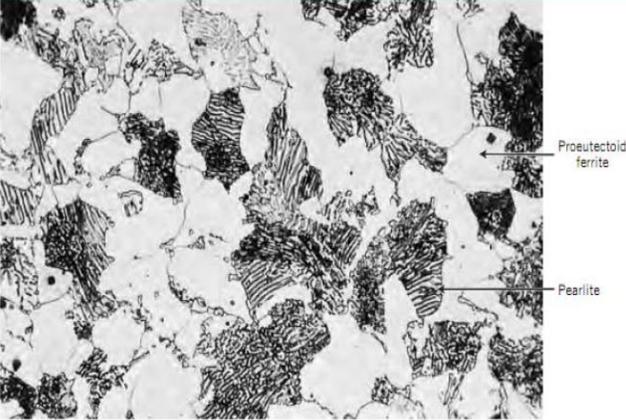
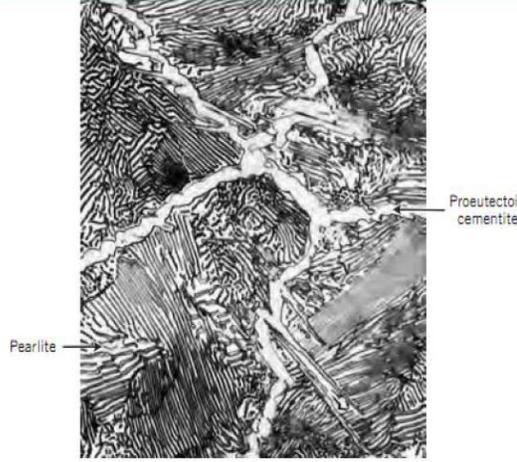
ACERO HIPOEUTECTOIDE	ACERO PROEUTECTOIDE
	
Acero con concentración 0.38%C, microestructura perlítica y ferrita proeutectoide.	Acero con concentración 1.4%C, microestructura perlítica y cementita (color blanco) proeutectoide.

Tabla 2: Imágenes de aceros hipoeutectoide y proeutectoide (3).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller

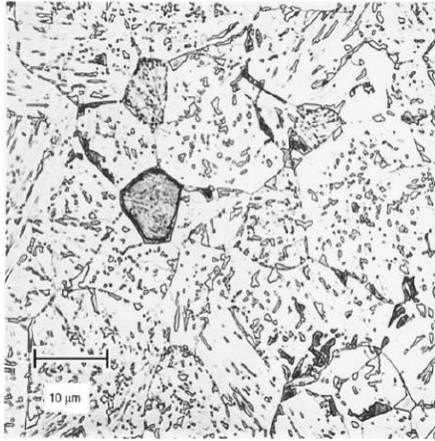
PERLITA GRUESA	PERLITA FINA	BAINITA
 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	 <p>Bainita granular, mostrando islas de Martensita (color negro) y austenita (color blanco) en un matriz de ferrita. 1000x.</p>

Tabla 3: imágenes sobre perlita gruesa, fina y bainita (3).

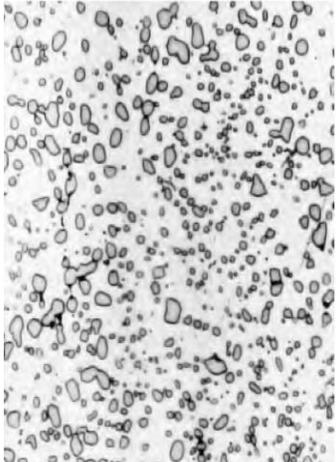
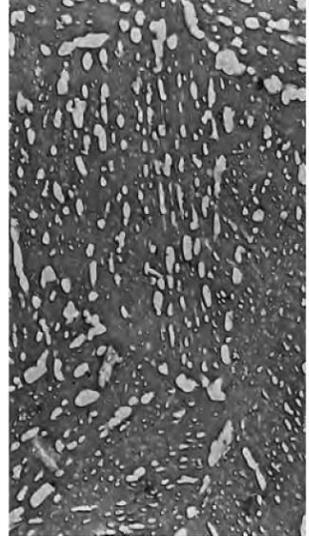
ACERO ESFEROIDAL	MARTENSITA	MARTENSITA REVENIDA
		
<p>Matriz ferrítica con pequeñas partículas de cementita. 1000x.</p>	<p>Microestructura martensítica, granos con forma de agujas en una matriz austenítica. 1220x.</p>	<p>Martensita revenida a 594°C. Matriz ferrítica con pequeñas partículas de cementita. 9300x.</p>

Tabla 4: Imágenes de aceros: esferoidal, martensítico y Martensita revenida (3).



## Prácticas de laboratorio o Taller

### ENSAYO DE METALOGRAFÍA

La preparación de una muestra consiste en los pasos necesarios para poder analizar la misma de forma correcta. Específicamente se describen a continuación, los pasos para la preparación de muestras observadas en microscopio.

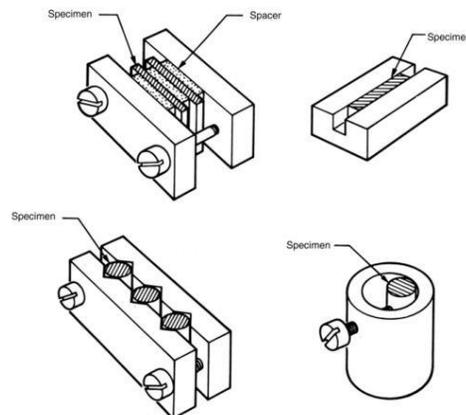
### SECCIONAR

Consiste en remover una muestra del material analizado, teniendo en cuenta las convenciones en tamaño y qué tan representativa es dicha porción del total a analizar. Este primer paso es usado para otras prácticas además de la metalografía, por ejemplo, ensayos de dureza (1).

### MONTAJE DE LA MUESTRA

Consiste en proporcionar una base que sostenga la muestra, lo anterior brinda facilidad de uso. Por ejemplo, en la manipulación de especímenes pequeños o cortantes. Es importante tener en cuenta que, antes de realizar el montaje se debe limpiar la muestra según su naturaleza. Por ejemplo, muestras con óxido (el cual no es objeto de estudio) deben ser limpiadas químicamente, por otro lado la limpieza física es adecuada y casi siempre necesaria (1).

**MONTAJE MECÁNICO:** Montaje en abrazaderas de diferentes tipos. Es un tipo de montaje sencillo, pues no requiere maquinaria especializada.



**Figura 6:** Tipos de montajes.

**MONTAJE EN RESINA:** Es el tipo de montaje más usado. Básicamente se usan dos formas para montaje en plástico:

- Moldeo por compresión o montaje en caliente: Requiere de calor, presión y por tanto algún tipo de prensa especializada.
- Montaje en frío: Se realiza vertiendo encima de la muestra, dos mezclas líquidas poliméricas que se solidifican al reaccionar a temperatura ambiente.



Prácticas de laboratorio o Taller

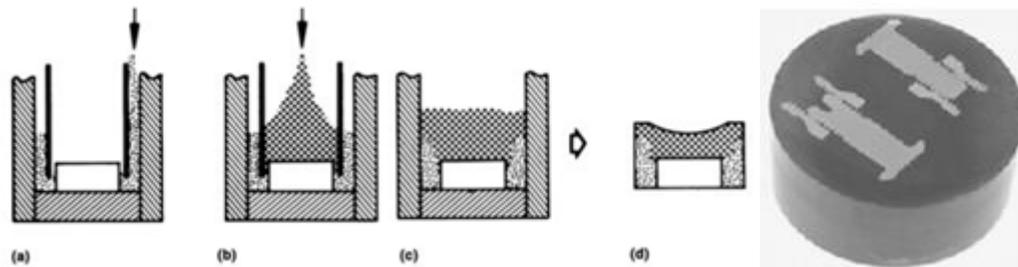


Figura 7. Tipo de montaje en frío, los dos tipos de puntos representan diferentes plásticos (1).

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Durante el montaje de muestras generalmente el objeto de estudio es solamente una superficie, los tipos de preparación son:

- MAQUINADO: Uso de herramientas con filos de diferentes formas, ejemplo torneado y fresado.
- RECTIFICADO Y ABRASIÓN: Arreglo de partículas abrasivas fijas que actúan como herramientas de corte.
- PULIMENTO: Arreglo de partículas abrasivas suspendidas entre las fibras de un paño (1).

Para la preparación de superficies típicamente se utiliza una secuencia de maquinado o rectificado y luego de pulimento. La operación se compone de distintas etapas que van incrementando su fineza para proporcionar un mejor acabado (1).

### ATÁQUE QUÍMICO

Luego de la última pasada de pulimento, la superficie es tratada químicamente. El ataque químico es un proceso de corrosión controlada de la muestra, se realiza sumergiendo la superficie en algún tipo de solución adecuada. La solución química usada depende del material que compone la muestra, la temperatura y tiempo del ataque, el efecto deseado en la superficie entre otros (1). La tabla 5 muestra soluciones químicas para realizar el ataque en algunos metales típicos.

Adicionalmente se presentan dos químicos comunes para el acabado final de las muestras en aleaciones ferrosas en la tabla 6.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller

METAL	SOLUCIÓN QUÍMICA	COMENTARIOS
Aluminio	60ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30ml H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 10ml HNO <sub>3</sub>	Usar a 100°C de 2 a 5 min
	70ml H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 15ml ác. Acético 15ml Agua	Usar de 100°C a 120°C por 2 a 6 min
Cobre	6ml HNO <sub>3</sub> 65ml ác. Acético 27ml H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Pulir hasta lija 600 y sumergir a 60°C por 1 min
	80ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20ml HNO <sub>3</sub> 1ml HCl 55-60g CrO <sub>3</sub> 200ml Agua	Usar de 20°C a 40°C por 1 a 3 min. Eficaz con aleaciones también.
Hierros	70ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%)	Usar de 15°C a 25°C
Hierro, aleaciones con bajo contenido de Carbono	30ml HNO <sub>3</sub> 70ml HF 300ml agua	Usar a 60°C
	25g ác. Oxálico 10ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1gota de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1000ml de agua	Pulir hasta lija 600 y sumergir a 20°C
	3 partes de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 1 parte de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 parte de HNO <sub>3</sub>	Usar a 85°C
Aceros al carbono	90ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%) 10ml Agua 15ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Usar de 25°C de 2 a 5 min
Acero inoxidable	Agregar por peso 30% HCL 40% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5.5% tetracloruro de titanio 24.5% Agua	Usar por inmersión de 70°C a 80°C de 2 a 5 min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS**

**Prácticas de laboratorio o Taller**

<b>Aceros</b>	<b>Solución A</b>  3 partes de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%) 10 partes agua 1 parte HF	Concentraciones mayores a 0,3% C: Pulir hasta lija 150, sumergir en solución A de 15 a 25 segundos, lavar con agua, limpiar con solución B en algodón, lavar con agua y secar.  Concentraciones entre 0.15 y 0.3% C: Pulir hasta lija 320 y sumergir en solución A de 12 a 18 segundos, luego realizar proceso de limpieza indicado anteriormente.
	<b>Solución B</b>  1 parte H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 15 partes agua	Concentraciones menores a 0.15% C: Pulir hasta lija 600 Sumergir en solución A de 3 a 5 segundos, luego realizar proceso de limpieza indicado anteriormente.

**Tabla 5.** Reactivos químicos y temperaturas para el ataque de muestras metalográficas

SOLUCIÓN	COMPOSICIÓN	EFFECTO
<b>PICRAL</b>	Ácido pícrico 4 g Alcohol etílico 100 ml	Revelar límites de grano de austenita en estructuras martensíticas. Ennegrecer perlita.
<b>NITAL 2%</b>	Ácido nítrico 2ml Alcohol etílico 110 ml	Realzar la interface entre los carburos y la matriz. Ennegrecer perlita.

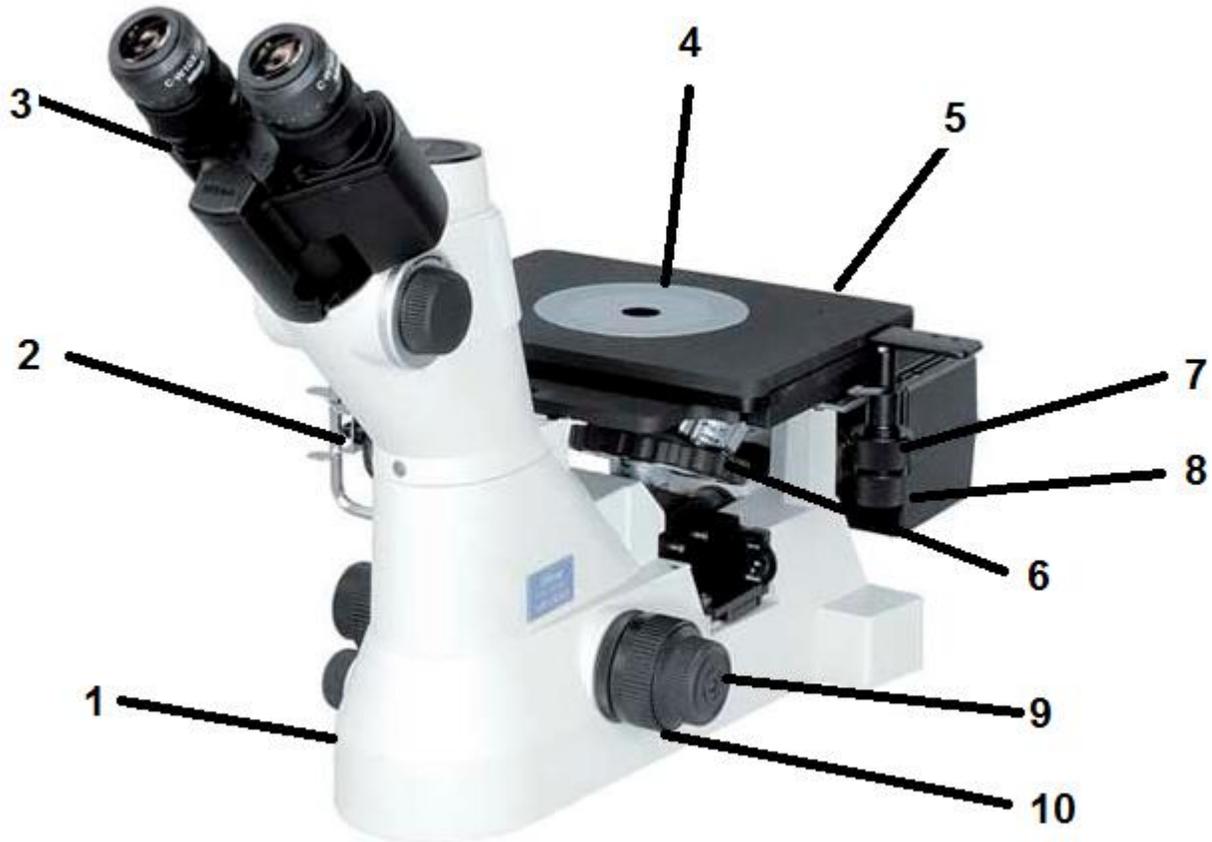
**Tabla 6:** Soluciones típicas para el tratamiento de aceros (6) (7).

<b>4</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>A</b>	<b>EQUIPO NECESARIO MATERIAL DE APOYO</b>
<b>MICROSCOPIO METALOGRAFICO</b> El microscopio metalográfico Eclipse MA-100, Marca Nikon es la herramienta que permite ver de forma clara y magnificada las probetas destinadas para la práctica.	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller



1. Interruptor de encendido.
2. Perilla control de iluminancia: Controla la cantidad de lux que iluminan la muestra.
3. Tubo de observación binocular.
4. Platina: Sobre ella se arreglan las probetas.
5. Portador del espécimen: Base sobre la que se encuentra la platina.
6. Puente giratorio: Contiene el objetivo (lentes de aumento). En total son 4 lentes con aumento de 5x, 10x, 50x y 100x.
7. Control de movimiento en Y: Posiciona el portador del espécimen en el eje Y
8. Control de movimiento en X: Posiciona el portador del espécimen en el eje X
9. Perilla de ajuste fino: Ajuste de imagen fino.
10. Perilla de ajuste grueso: Ajuste de imagen grueso (8).

**PULIDORA**

La pulidora es utilizada para dar el acabado final a la superficie objeto de estudio, haciendo uso de lijas y paños especializados.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

<b>B</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRACTICA</b>
	1. Se...
<b>C</b>	<b>CÁLCULOS Y REPORTE</b>

<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>

<b>6</b>	<b>ANEXOS</b>

<b>7</b>	<b>REFERENCIAS</b>
	(1) ASM International, 2004. <i>ASM HANDBOOK VOLUME 9 Metallography and Microstructures</i> . 10 <sup>a</sup> ed. USA: ASM Handbook Committee. (2) Askeland, D.R. & Phulé, P.P., 2004. <i>Ciencia e ingeniería de los materiales</i> . 4 <sup>a</sup>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

ed. International Thompson editores, S.A.

(3) Callister, W.D., 2007. *Materials science and engineering: an introduction*. 7ª ed. USA: Jhon Wiley & Sons, Inc.

(4) Diccionario esencial de la Real Academia Española, 1997. 2ª ed. Madrid: ESPASA.

(5) O'Flaherty, S. & Edwards, J., 2011. Digital imaging: A Powerful Quality Tool for Materials Analysis. *ADVANCE MATERIALS & PROCESSES*, 169(2), pp.20.

(6) Bramfitt, B.L. & Bencoter, A.O., 2002. *Metallographer's guide: practices and procedures for irons and steels*. ASM International.

(7) *GX41.en-2* [online]. De: <http://www.olympus-ims.com/en/microscope/gx41/> [Acceso 2 Julio 2011].

(8) Instruction manual. *Intructions GX41 Compact Inverted Metallurgical Microscope*. OLYMPUS.

# Universidad Autónoma de Baja California

Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 5. Ensayo Jominy

Ing. Aeroespacial

**Integrantes:**

**Grupo: 556**

1 de noviembre de 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2009-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Materiales	DURACIÓN (HORAS)
5	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Ensayo Jominy	4

**1 INTRODUCCIÓN**

El conocer los tratamientos térmicos más usados en la industria, nos permite utilizarlos para mejora y modificar las características del acero, aplicando la ingeniería de los materiales y los procesos de manufactura.

La templabilidad se define en un acero como la capacidad de un material de formar martensita y de un determinado espesor o penetración del temple, puesto que este tratamiento térmico es superficial, esto se conoce también como endurecibilidad del material.

Actualmente, la metalografía ya es considerada uno de los análisis más importantes para garantizar la calidad de los materiales en el proceso de fabricación, y también para la realización de estudios en la formación de nuevas aleaciones.

Los materiales presentan diferentes morfologías, dependiendo de los tratamientos térmicos aplicados y de la composición química de sus constituyentes.

**Objetivos:**

- Introducir a los estudiantes en los conceptos de dureza.
- Demostrar la dureza del acero.
- Visualizar los efectos sobre la microestructura del proceso de endurecimiento.
- Proporcionar instrucciones para un experimento de laboratorio completo sobre la templabilidad.
- Definir la templabilidad y su importancia en el procesamiento.
- Determinar la dureza de un metal a través del ensayo Jominy.
- Crear e interpretar la curva de dureza.

**2 COMPETENCIA**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

Aplicar el método Jominy para determinar la diferencia de microestructura y dureza de una probeta de acero, con ciertas dimensiones, templada en un extremo y enfriada del otro así como crear y interpretar la curva de dureza.

Elaboró:

Revisó:

Profesor

DICA Juan Antonio Ruiz Ochoa

**3 FUNDAMENTO**

La templabilidad de los aceros se determina mediante el ensayo de "Jominy", que consiste básicamente en calentar el acero a la temperatura gamma y efectuar un enfriamiento solamente en un extremo de la probeta para promover una fase cristalina en ese extremo que será diferente a la del otro extremo. Esta diferencia de fases determinará la diferencia en (penetración) del temple. El tamaño y la forma de la muestra son estandarizados, así como el proceso de enfriamiento rápido, por lo que el grado de formación de martensita puede compararse cuantitativamente entre diferentes aceros. Y dado que los aceros tienen una conductividad térmica similar, la distancia desde el extremo templado se correlaciona con una cierta velocidad de enfriamiento. Sabiendo esto, la dureza de un metal enfriado a una razón de enfriamiento dada, se puede predecir con precisión a partir de los resultados de la prueba Jominy.

Existe una relación entre la composición química del acero para transformarse en Martensita y el parámetro llamado **TEMPLABILIDAD**. Para cada aleación de acero hay una relación específica entre las propiedades mecánicas y la velocidad de enfriamiento.

La templabilidad es utilizada para describir la habilidad de una aleación para ser endurecida por la formación de martensita como resultado de un tratamiento térmico. Un procedimiento estándar que es ampliamente utilizado para determinar la templabilidad es el ensayo jominy.

La adición de elementos aleantes o el engrosamiento del grano austenítico incrementa la templabilidad de un acero. Cualquier acero que tiene una velocidad crítica de enfriamiento baja se endurecerá más profundamente que no tiene una velocidad de enfriamiento alta de templado. La dimensión de la pieza que va a ser templada tiene un efecto directo sobre la templabilidad del material.

### **Dimensiones de la probeta.**

Las piezas a ensayar tienen que presentar una superficie lisa y estar por lo menos finamente rectificadas, con el fin de descartar mediciones erróneas a causa de grandes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

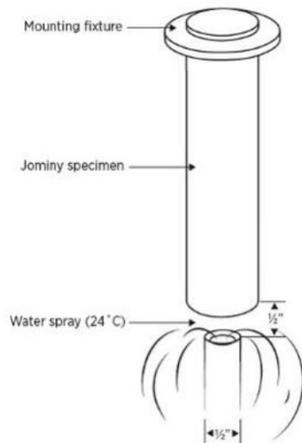
estrías de rectificado. En vista de la poca profundidad de la huella, deben evitarse variaciones en las características del material en la superficie, por ejemplo, por calentamiento o deformación en frío, aunque estas afecten solo a penetraciones muy pequeñas. La superficie tiene que estar libre de cascarilla y de descarbonaciones, y las piezas tienen que quedar bien asentadas y no doblarse por acción de la carga. En superficies curvas, el radio de curvatura no tiene que ser menor de 5mm. El espesor de la pieza debe ser por lo menos diez veces mayor que la profundidad de penetración del cuerpo penetrante que queda después de retirar la carga adicional. La distancia de los centros de las impresiones así como del centro de una impresión al borde de la pieza, tiene que ascender por lo menos a 3 mm. Con el fin de obtener valores exactos, hay que tomar la media de los ensayos de dos impresiones contiguas.

4	PROCEDIMIENTO
A	<b>EQUIPO NECESARIO</b> <b>MATERIAL DE APOYO</b>
	<p><b>1) EQUIPO NECESARIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Horno eléctrico</li><li>• Equipo Jominy</li><li>• Equipo de prueba de dureza</li><li>• Microscopio Metalográfico</li></ul> <p><b>2) MATERIAL DE APOYO</b></p> <p>Probetas Jominy Bata Lijas Vernier Segueta Cinta Métrica, flexómetro, vernier o instrumento de medición para realizar marcas en probeta. Marcador de tinta para metales</p>
B	<b>DESARROLLO DE LA PRACTICA</b>
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparar las probetas conforme a prueba Jominy</li><li>2. Tomar la dureza a lo largo de la superficie antes de tratarse (En los primeros 12.5 mm las lecturas de dureza se toman a intervalos de 1.6 mm y en los 37.5 mm siguientes cada 3.2 mm)</li><li>3. Grafique</li><li>4. Tomar dureza a prueba de practica 2</li><li>5. Grafique</li><li>6. Tomar muestra para análisis de microestructura</li><li>7. Precalentamiento del horno</li><li>8. Coloque la muestra Jominy en posición vertical en un horno a 780 ° C durante 30</li></ol>



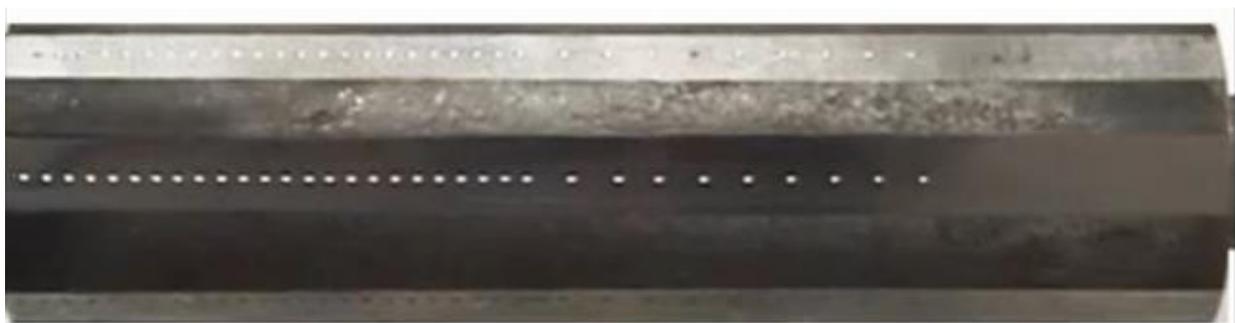
Prácticas de laboratorio o Taller

- minutos para crear una fase conocida como austenita, a través de la probeta.
9. Antes de retirar la probeta del horno, prepare el agua para el enfriamiento de la probeta en la prueba Jominy. El chorro de agua debe extenderse verticalmente 2,5 pulgadas, sin la probeta en su lugar, y con la probeta debe ser 0,5 pulgadas por encima de la apertura del agua, como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Esquema de la probeta Jominy a ensayar por encima del chorro de agua.

10. Retire la probeta con extrema precaución y colóquela en el accesorio de montaje, como se ve en la figura 1, sin tardar más de 5 segundos para la transferencia. Aplique agua durante al menos 10 minutos, y si la probeta todavía está caliente, colóquela en agua a temperatura ambiente hasta que esté fría.
11. Usando el equipo de medición de dureza Rockwell con indentador braille de diamante (escala C), tome medidas desde el final en incrementos de 1/8 de pulgada hasta 1/2 pulgada, luego incrementos de 1/4 pulgada hasta 2 pulgadas. Redondear cada valor de dureza al número entero más cercano y descartar cualquier valor cerca del final que parezca especialmente bajo, ya que la oxidación ha ocurrido y afectará la dureza. Cada punto de datos de dureza debe trazarse frente a la distancia desde el enfriamiento, que se correlaciona con una cierta velocidad de enfriamiento para el acero. Trazar las curvas de dureza del acero.



**Figura 2.** Identaciones a lo largo de la probeta Jominy para obtener el perfil de durezas de acuerdo al temple.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

**C CÁLCULOS Y REPORTE**

Distancia Jominy	Dureza

**GRÁFICA.**

**ADICIONALES.**

- a) Determinar la relación que existe entre la dureza y la forma en que hayan tratado el material antes y después de someterlo a prueba (Investigar de internet dureza del acero comercial de la probeta Jominy).
- b) Determinar la templabilidad de los aceros analizados (capacidad de teplarse).
- c) Interpretar esos resultados y aplicarlos a la clasificación de dichos materiales como función de su templabilidad.
- d) Investigar templabilidad entre otros tipos de aceros, y comparar los valores respecto al de su probeta.

<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>

<b>6</b>	<b>ANEXOS</b>
----------	---------------



Prácticas de laboratorio o Taller

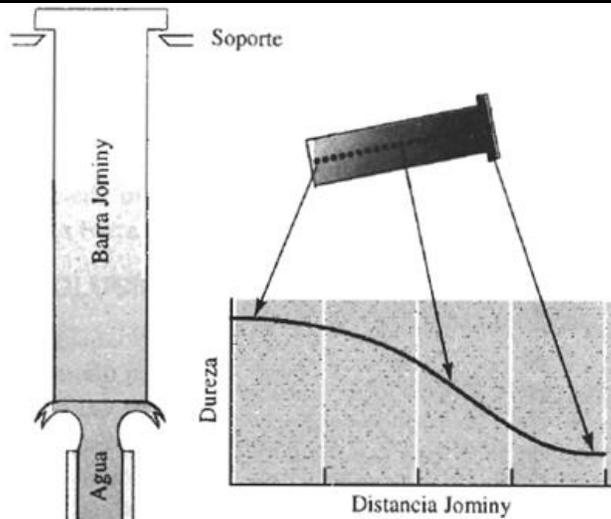


FIGURA Prueba Jominy para la determinación de la templabilidad de un acero.

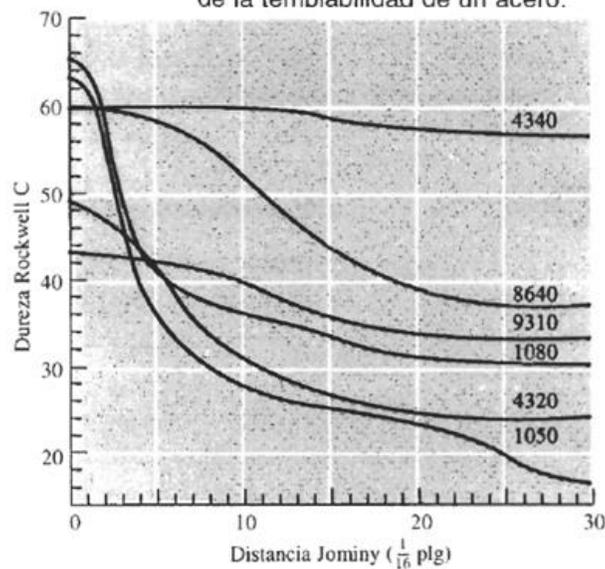


FIGURA Curvas de templabilidad para varios aceros.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

- (1) ASM International, 2004. *ASM HANDBOOK VOLUME 9 Metallography and Microstructures*. 10<sup>a</sup> ed. USA: ASM Handbook Committee.
- (2) Askeland, D.R. & Phulé, P.P., 2004. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. 4<sup>a</sup> ed. International Thompson editores, S.A.
- (3) Callister, W.D., 2007. *Materials science and engineering: an introduction*. 7<sup>a</sup> ed. USA: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- (4) Diccionario esencial de la Real Academia Española, 1997. 2<sup>a</sup> ed. Madrid: ESPASA.
- (5) O'Flaherty, S. & Edwards, J., 2011. Digital imaging: A Powerful Quality Tool for Materials Analysis. *ADVANCE MATERIALS & PROCESSES*, 169(2), pp.20.
- (6) Bramfitt, B.L. & Bencoter, A.O., 2002. *Metallographer's guide: practices and procedures for irons and steels*. ASM International.
- (7) *GX41.en-2* [online]. De: <http://www.olympus-ims.com/en/microscope/gx41/> [Acceso 2 Julio 2011].
- (8) Instruction manual. *Intructions GX41 Compact Inverted Metallurgical Microscope*. OLYMPUS.

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 5. Fundición de Aluminio

Ing. Aeroespacial

**Integrantes:**

**Grupo: 556**

Fecha:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2009-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Materiales	DURACIÓN (HORAS)
5	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Fundición de Aluminio	2

**1 INTRODUCCIÓN**

La fundición ha sido una de las prácticas más antiguas de transformación de los materiales. A partir del descubrimiento de los metales en los minerales, los humanos han tenido la necesidad de transformarlos para satisfacer sus necesidades.

La práctica aquí presentada, referente a fundición de metales, es muy importante para el curso de Ciencias de los Materiales, ya que nos permite comprobar conocimientos teóricos tales como moldeo, temperatura de fusión, rechupes, tiempo de solidificación, escoria, crisol, difusión, evaporación, etc. El aluminio, con relativo bajo punto de fusión (660 °C) es un buen elemento para realizar la práctica fundición, pues es fácil de adquirir, se puede fundir en un crisol de acero, no requiere mucho tiempo para alcanzar la temperatura de fusión, sus gases de fundición no son altamente nocivos para la salud, es decir, con ciertas consideraciones básicas se tiene un nivel de seguridad óptimo, el equipo utilizado para fundir es muy sencillo y de fácil manejo, etc.

**Objetivos:**

- Introducir a los estudiantes en el manejo de la técnica de fundición.
- Demostrar los conocimientos adquiridos en clase (teoría).
- Visualizar los efectos sobre la microestructura tras el proceso de solidificación.
- Proporcionar instrucciones para la utilización del equipo de fundición.
- Diseñar y construir un molde de fundición.
- Definir el tiempo óptimo para el vaciado del metal fundido.
- Identificar la escoria y cómo se realiza el retiro de ésta.
- Tomar en cuenta todas las medidas de seguridad.
- Determinar el tiempo en el que puede desmoldearse la pieza fundida.

**2 COMPETENCIA**

Implementar los conocimientos teóricos y técnicos referentes a la fundición de aluminio contenido en un crisol de acero por el método de soplado con gas combustible en combustible de carbón (comercial) y vaciado en moldes con todas sus consideraciones para garantizar una pieza moldeada sana.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

Elaboró:

Profesor

DICA Juan Antonio Ruiz Ochoa

**3**

**FUNDAMENTO**

La fundición de aluminio representa un proceso en el que se llena un molde con la cantidad de metal fundido requerido según la pieza a fundir con la finalidad de extraer, una vez el líquido haya solidificado, una pieza con la medida y forma del molde utilizado...

[*complemente con investigación al respecto*]

**4**

**PROCEDIMIENTO**

**A**

**EQUIPO NECESARIO  
MATERIAL DE APOYO**

**1) EQUIPO NECESARIO**

- Soplador (ventilador).
- Conector de gas.
- Vasija de fundición (horno).
- Crisol de acero.
- Varillas de sujeción de crisol.
- Varilla de inclinación de crisol.
- Equipo de seguridad personal: Peto, guantes de asbesto, caretas transparentes, zapato de seguridad y bata de laboratorio.
- Tanque de gas.
- Carbón (pellets).
- Moldes.
- Paleta para remoción de escoria.
- Pedacería de Aluminio suficiente para llenar moldes.

**B**

**DESARROLLO DE LA PRACTICA**

1. Conexión del equipo. Se inserta tubo de conexión de gas a punta del soplador y a su vez estos a tubo de introducción de mezcla de aire y gas al horno.
2. Dentro del horno se encienden unos cuantos pedazos de carbón, tal y como se



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

encienden en un asador de carne convencional.

3. Se coloca crisol sobre el carbón encendido y se procede a colocar más carbón alrededor de éste.
4. Se tapa el horno
5. Se conecta extensión eléctrica con el soplador para encenderlo.
6. Se abre la llave del tanque de gas.
7. Cada 10 minutos se cierra válvulas de gas y se apaga el soplador para revisar si el horno cuenta con suficiente combustible (carbón), si no, se procede a introducir más pellets.
8. Se realizan paso 5 y 6, nuevamente.
9. En el caso de que el metal ya esté en estado líquido, se procede a vaciar en moldes, los cuales deben estar en una ubicación cercana al horno, para que no se enfríe el metal fundido y provoque defectos por solidificación prematura. (El tiempo aproximado desde que se comienza el calentamiento del crisol hasta que se vacía el metal fundido es de aproximadamente 45 minutos)
10. Una vez vaciado el metal en los moldes, se deja enfriar hasta que se garantice que las piezas están solidificadas y lo suficientemente "frías". Para esto, se tiene que considerar si el molde era "abierto", "cerrado", y el tamaño de las mismas.

EN TODO MOMENTO, EL PROFESOR ESTARÁ PRESENTE INDICANDO LOS DETALLES QUE PUDIERAN SURGIR DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA, YA QUE HAY CONSIDERACIONES ESPECIALES QUE DEBEN TENERSE, DEBIDO A LA ALTA TEMPERATURA QUE PUEDE ALCANZAR EL HORNO.

**C**

**REPORTE**

*[Como resultados, mencione cómo resultó el proceso de fundición, comente cómo fabricó su molde, las dificultades que tuvo, la calidad de la pieza que obtuvo, cómo removerá el sobrante de su pieza para obtener el acabado de su pieza, y demás detalles que considere relevantes. Además, agregue cada uno de los integrantes sus conclusiones, de preferencia sustentándolas con información que obtuvo de la teoría adquirida en clase.]*

**5**

**RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

**6**

**ANEXOS**

**EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

**7 REFERENCIAS [Formato APA]**

(1)

# Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



## Ciencias de los materiales

Prof. Juan Antonio Ruiz Ochoa

### Práctica 6. Curvas de Enfriamiento

Ing. Aeroespacial

**Integrantes:**

**Grupo: 556:**

Fecha:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Ing. Aeroespacial	2009-2	11354	Ciencias de los Materiales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Caracterización de Materiales	DURACIÓN (HORAS)
6	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DIAGRAMA DE FASE Y REGLA DE LA PALANCA Pb-Sn	4

**1 INTRODUCCIÓN**

Los diagramas de fases son representaciones gráficas de las fases que están presentes en un sistema de aleación a diversas temperaturas, presiones y composiciones. Estos diagramas indican las fases que están presentes a diferentes composiciones y temperaturas para condiciones de enfriamiento o calentamiento lento, cercanas al equilibrio termodinámico. En las regiones bifásicas de estos diagramas, las composiciones químicas de cada una de las fases se indican mediante la intersección de la isoterma con los límites de fase. La fracción en peso de cada fase en una región bifásica puede determinarse utilizando la regla de la palanca a lo largo de una isoterma a una temperatura determinada.

**2 COMPETENCIA**

Preparación de una aleación Plomo-Estaño para determinar a partir de las curvas de enfriamiento su ubicación en el diagrama de fase.

Elaboró:

Revisó:

Profesores  
DICA Juan Antonio Ruiz Ochoa

**3 FUNDAMENTO**

De lo analizado en clase, recordemos que en los diagramas de fases binarios (isomorfos), existen cinco reacciones principales que describen el mecanismo por el cual cambian de fases las soluciones, ya sean sólidas, líquidas, o combinaciones de éstas, de acuerdo a la



Prácticas de laboratorio o Taller

composición y a la temperatura en la que se encuentren los componentes de lo que será la aleación. La siguiente figura nos muestra estas cinco reacciones.

Eutética	$L \rightarrow \alpha + \beta$	
Peritética	$\alpha + L \rightarrow \beta$	
Monotética	$L_1 \rightarrow L_2 + \alpha$	
Eutectoide	$\gamma \rightarrow \alpha + \beta$	
Peritectoide	$\alpha + \beta \rightarrow \gamma$	

Las cinco reacciones de tres fases de mayor importancia en los diagramas de fases binarios

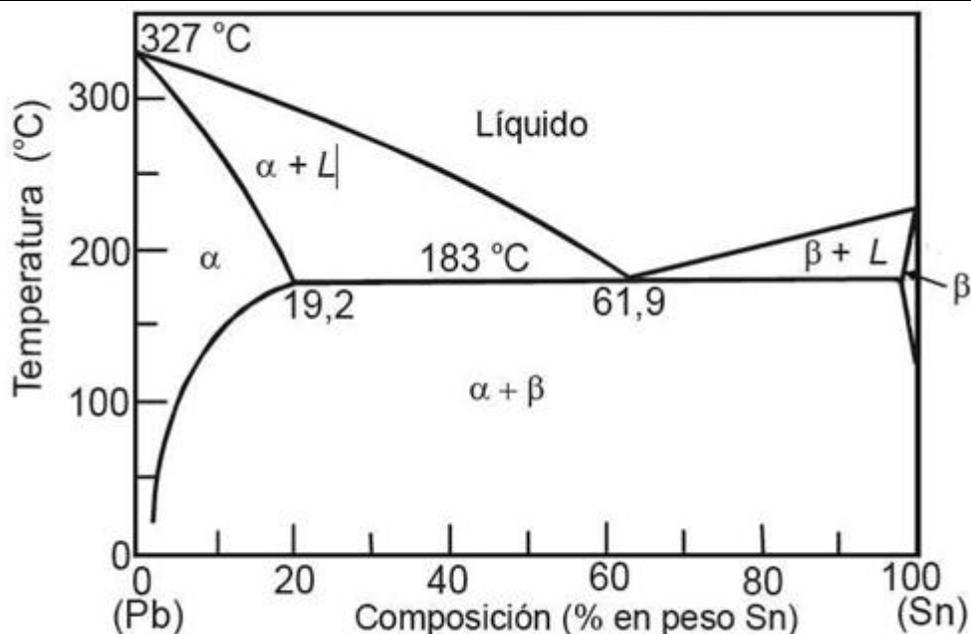
Para analizar el diagrama de fases del eutético usaremos el sistema Pb-Sn, el cual contiene solamente una reacción eutética simple. Este sistema de aleación es la base de las aleaciones más comunes para soldadura.

Se puede apreciar en el grafico que la temperatura de fusión de la composición eutética es menor que la temperatura de fusión de cada uno de los materiales componentes (327 °C para Pb y 231.0 °C para el Sn).

Para la aleación del 61,9% de Sn, se tiene una solidificación con reacción eutética a 183 °C (línea isotérmica).



Prácticas de laboratorio o Taller



La solidificación de  $\alpha$  proeutéctica comienza a una temperatura próxima a los 200 °C. Al enfriar por debajo de esta temperatura, el líquido se va enriqueciendo en estaño y su composición se va aproximando a la del eutéctico, composición que alcanza a los 183 °C. Justo por encima de la temperatura eutéctica, la aleación está formada por líquido con un 61,9% de estaño y solución  $\alpha$  con una 19% de Sn. La proporción de ambas fases, que se puede calcular utilizando la regla de los segmentos inversos (palanca), resulta ser:

$$\% \alpha = \frac{61,9 - 35}{61,9 - 19} * 100 = 62,75$$

El líquido con el 61,9 de estaño solidifica invariamente a 183 °C, dando lugar a la mezcla eutéctica, E, en la que las proporciones de las fases  $\alpha$  y  $\beta$  son:

$$\% \alpha \text{ en E} = \frac{97,5 - 61,9}{97,5 - 19} * 100 = 45,5$$

De modo que, justo por debajo de 183 °C, las fases presentes son:

$$\% \alpha \text{ proeutectica} = 62,75 \%$$

$$\% \alpha \text{ eutectica} = 37,25 \times 0,455 = 17 \%$$

$$\% \beta \text{ eutectica} = 37,25 \times 0,545 = 20,25 \%$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

**Prácticas de laboratorio o Taller**

<b>4</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>A</b>	<b>EQUIPO NECESARIO MATERIAL DE APOYO</b>
<p><b>1) EQUIPO NECESARIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Horno</li><li>• Termopar / Termómetro laser</li><li>• Cronometro</li><li>• Porta muestras</li><li>• Extractor</li><li>• Refractario</li></ul> <p><b>2) MATERIAL DE APOYO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pinzas</li><li>• Plomo</li><li>• Estaño</li><li>• Bata</li><li>• Guantes</li></ul>	
<b>B</b>	<b>DESARROLLO DE LA PRACTICA</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Obtener en la mufla las aleaciones previo a la realización de la práctica de acuerdo al diagrama Pb-Sn.</li><li>2. Extraer la aleación de la mufla con pinzas y dejarla enfriar en el refractario</li><li>3. Colocar termopar</li><li>4. Tomar el tiempo a partir de la temperatura optima experimental</li><li>5. Anotar los datos en tabla</li><li>6. Graficar con los valores obtenidos Extrapolar en diagrama plomo estaño</li></ol>	
<b>C</b>	<b>CÁLCULOS Y REPORTE</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE LAS PALMAS

Prácticas de laboratorio o Taller

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6 ANEXOS

7 REFERENCIAS

- (1) ASM International, 2004. *ASM HANDBOOK VOLUME 9 Metallography and Microstructures*. 10<sup>a</sup> ed. USA: ASM Handbook Committee.
- (2) Askeland, D.R. & Phulé, P.P., 2004. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. 4<sup>a</sup> ed. International Thompson editores, S.A.
- (3) Callister, W.D., 2007. *Materials science and engineering: an introduction*. 7<sup>a</sup> ed. USA: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- (4) Diccionario esencial de la Real Academia Española, 1997. 2<sup>a</sup> ed. Madrid: ESPASA.
- (5) O'Flaherty, S. & Edwards, J., 2011. Digital imaging: A Powerful Quality Tool for Materials Analysis. *ADVANCE MATERIALS & PROCESSES*, 169(2), pp.20.
- (6) Bramfitt, B.L. & Bencoter, A.O., 2002. *Metallographer's guide: practices and procedures for irons and steels*. ASM International.
- (7) *GX41.en-2* [online]. De: <http://www.olympus-ims.com/en/microscope/gx41/> [Acceso 2 Julio 2011].
- (8) Instruction manual. *Intructions GX41 Compact Inverted Metallurgical Microscope*. OLYMPUS.