



# Universidad Nacional del Nordeste

## Facultad de Ingeniería

CARRERA: INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA		
DEPARTAMENTO DE: MECANICA		
ASIGNATURA: - CIENCIA DE LOS MATERIALES - (Código 319)		
APROBADO POR RESOLUCION Nº 108/02 - C.D.		
AREA: CIENCIAS TECNOLOGICAS BASICAS		
CARACTER DE LA ASIGNATURA		OBLIGATORIA
REGIMEN	HORAS DE CLASE	
Cuatrimestral	Por Semana	Total
	6	90
PROFESORES		
Titular: Ing. Carlos Gerardo MICUZZI		
J.T.P.: Ing. Juan Manuel DEFFIS		
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES		
Aprobadas		Regularizadas
Química		Física del Calor Resistencia de Materiales

### PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

#### 1. OBJETIVOS

- Conocer en forma general de los principales materiales ingenieriles, sus propiedades y aplicaciones
- Conocer, comprender y evaluar las propiedades físico – químicas, mecánicas y otras, de los materiales empleados en construcciones e instalaciones electromecánicas.
- Realización de ensayos mecánicos y no destructivos, en especial de los materiales metálicos.
- Conocer los distintos modos de falla de los materiales
- Complementar temas de "Resistencia de Materiales" en lo referente a la estabilidad de piezas mecánicas en función de las propiedades mecánicas de los materiales determinadas experimentalmente.

#### 2. CONTENIDOS

##### 2.1. CONTENIDOS MÍNIMOS

- Clasificación de los materiales y sus propiedades.
- Clasificación y propiedades de las aleaciones metálicas.
- Ensayos estáticos de resistencia de los metales.
- Ensayos tecnológicos de los metales
- Ensayos de dureza de los metales.
- Comportamiento de los metales bajo cargas de impacto.
- Concepto y mención de los principales modos de falla de los materiales.
- Ensayos no destructivos.
- Prácticas de laboratorio.

##### 2.2. CONTENIDO ANALÍTICO

##### Unidad I: INTRODUCCION:

- I.1. Clasificación General de los materiales de Ingeniería.
- I.2. Clasificación General de las Propiedades de los materiales
- I.3. Dependencia de las propiedades de los materiales con los distintos niveles estructurales de la materia.
- I.4. Finalidad y Clasificación de los Ensayos de Materiales.
- I.5. Normas de Ensayos; Organismos normalizadores, nacionales y extranjeros.

(El estudio de los distintos niveles estructurales de la materia y su relación con las propiedades de los materiales es tratado en profundidad en la asignatura Conocimiento de los Materiales como "Estructura de los sólidos")

##### Unidad II: MATERIALES DE INGENIERÍA:

(A excepción de los materiales metálicos, el estudio detallado de la estructura, propiedades, procesado y conformado se trata en los temas : Materiales cerámicos ; Materiales poliméricos ; Materiales compuestos ;



# Universidad Nacional del Nordeste

## Facultad de Ingeniería

*Materiales eléctricos y magnéticos*, en la asignatura "Conocimiento de Materiales" de la especialización *Fabricación* ).

- II.1. Materiales Estructurales:
  - II.1.1. Materiales Naturales:
    - Disponibilidad; propiedades; aplicaciones y limitaciones.
  - II.1.2. Materiales Metálicos:
    - Producción; Consumo; Tendencias; Principales propiedades mecánicas.
  - II.1.3. Materiales Cerámicos:
    - Principales propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y ópticas ; Aplicaciones y limitaciones.
  - II.1.4. Materiales Poliméricos:
    - Producción, consumo, disponibilidad, costo, tendencias
    - Polímeros naturales y sintéticos.
    - Plásticos y Elastómeros
    - Propiedades, aplicaciones y limitaciones.
  - II.1.5. Materiales Compuestos:
    - Conformación y clasificación.
    - Materiales compuestos de matriz polimérica, cerámica o metálica
    - Propiedades y aplicaciones de los materiales compuestos.
- II.2. Materiales Funcionales:
  - II.2.1. Materiales Eléctricos:
    - Conductores; aislantes y semiconductores.
    - Propiedades eléctricas y aplicaciones.
  - II.2.2. Materiales Magnéticos:
    - Clasificación, propiedades y aplicaciones.

### Unidad III: **ALEACIONES METÁLICAS:**

- III.1. Conceptos previos: Solución sólida; Aleaciones; Componentes; Sistemas; Límite de solubilidad; Fases; Equilibrio de fases.
- III.2. Clasificación General de las Aleaciones Metálicas.
- III.3. Aleaciones Férricas :
  - Identificación de las aleaciones férricas en función de su contenido de Carbono y temperatura de transformación.
  - Propiedades y aplicaciones de las principales aleaciones férricas :
    - Aceros al carbono de baja aleación
    - Aceros al carbono de alta aleación (p/Herramientas; Inoxidables; de alta resistencia)
    - Hierros fundidos ( Gris; Blanco; Maleable; Dúctil; de aleación )
- III.4. Aleaciones no férricas :
  - Aleaciones ligeras (Aluminio; Berilio; Magnesio; Titanio).
  - Aleaciones semipesadas (Cromo; Cobalto; Cobre; Manganeso; Níquel; Vanadio).
  - Aleaciones pesadas de bajo punto de fusión (Bismuto; Plomo; Estaño; Cinc)
  - Aleaciones pesadas de alto punto de fusión (Niobio; Molibdeno; Tantalio; Tungsteno)
  - Aleaciones nobles (Plata; Oro; Platino; Paladio; Rodio; Rutenio; Iridio; Osmio)
  - Especiales y semiconductoras (Galio; Germanio; Indio; Silicio; Telurio).
  - Aleaciones para uso nuclear.
- III.5. Principales procesos de conformado de las aleaciones metálicas:
  - Por deformación plástica (Forja; Laminación; Extrusión; Trefilado)
  - Por Moldeo (En arena; en coquilla; de precisión)
  - Por sinterizado de polvos (Pulvimetalurgia).
  - Por maquinado (Torneado; fresado; rectificado; etc.)
  - Por unión metálica (soldadura)
  - Por electrodeposición (Galvanoplastia)
  - Por matrizado ( por deformación; por estirado )



# Universidad Nacional del Nordeste

## Facultad de Ingeniería

### **Unidad IV: ENSAYOS ESTÁTICOS DE RESISTENCIA DE LOS METALES:**

- IV.1. Ensayo de Tracción :
  - Finalidad y principio del ensayo; Formas de realización del ensayo; Normas IRAM; Probetas.
  - Diagrama de ensayo: Real y Convencional.
  - Determinación de Límites característicos y convencionales.
  - Determinación de Constantes elásticas: Módulo de elasticidad longitudinal y coeficiente de Poisson.
  - Determinación del Alargamiento porcentual de rotura; Conversión del alargamiento.
  - Evaluación de la Ductilidad, Tenacidad y Resiliencia.
  - Evaluación de los resultados del ensayo y análisis de la forma de falla.
  - Máquinas de ensayo.
- IV.2. Ensayo de Compresión :
  - Finalidad y principio del ensayo.
  - Dificultad para lograr la sollicitación pura; Probetas de ensayo.
  - Normas de ensayo.
- IV.3. Ensayo de Corte directo (Cizallamiento) :
  - Finalidad y principio del ensayo; Dispositivos de ensayo.
  - Dificultades para lograr la sollicitación pura; Probetas de ensayo.
  - Normas de ensayo.
- IV.4. Ensayo de Flexión :
  - Finalidad y principio del ensayo.
  - Formas de sollicitar la probeta; Determinaciones
  - Normas de ensayo.
- IV.5. Ensayo de Torsión :
  - Finalidad y principio del ensayo.
  - Formas de sollicitar la probeta; Determinaciones.
  - Normas de ensayo; Probetas.
  - Probetas tubulares para la determinación del módulo de elasticidad transversal.

### **Unidad V: ENSAYO DE FLUENCIA LENTA (CREEP):**

- V.1. Concepto y naturaleza del Creep.
- V.2. Diagrama deformación – tiempo.
- V.3. Ensayos de larga y corta duración; Curvas de ensayo.
- V.4. Necesidad de realización del ensayo en función de la temperatura de trabajo y tipo de material.
- V.5. Resistencia de larga duración y resistencia indefinida.

### **Unidad VI: ENSAYOS TECNOLOGICOS DE LOS METALES:**

- VI.1. Ensayo Plegado:
  - Finalidad y principio del ensayo.
  - Dispositivos para el ensayo.
  - Interpretación de los resultados.
  - Aplicación del ensayo para la determinación de eficiencia de soldaduras.
  - Normas de ensayo; Probetas.
- VI.2. Ensayo de Embutido:
  - Finalidad y principio del ensayo.
  - Embutido por deformación y embutido por estirado.
  - Prueba Erichsen normal y modificada.
  - Coeficiente de embutido de una chapa.

### **Unidad VII: ENSAYOS DE DUREZA DE LOS METALES:**

- VII.1. Método de dureza Brinell
  - Principio del método; Penetradores; Cargas.
  - Determinación del número Brinell; Constante de ensayo.
  - Normas y recomendaciones del ensayo.
  - Limitación del método.
  - Relación del Número Brinell con la Resistencia a la Tracción.
  - Durómetro Brinell; Verificación.
- VII.2. Método de dureza Vickers :



## Universidad Nacional del Nordeste

### Facultad de Ingeniería

- Principio del método; Penetradores; Cargas.
- Determinación de la dureza Vickers; Relación con el número Brinell.
- Normas y recomendaciones del ensayo.
- Durómetro Vickers; Verificación.
- VII.3. Método de dureza Rockwell
  - Principio del método; Método normal y Superficial.
  - Cargas ; Penetradores; Escalas.
  - Ventajas del método.
  - Fórmulas empíricas para relacionar la dureza Rockwell con Brinell.
  - Durómetro Rockwell; Verificación.
- VII.4. Método de microdureza Vickers:
  - Principio del método; Penetrador; Carga.
  - Determinación e identificación del ensayo.
- VII.5. Método de microdureza Knoop:
  - Principio del método; Penetrador; Carga.
  - Determinación e identificación del ensayo.
  - Ventajas y desventajas del método.
- VII.6. Métodos dinámico de dureza Shore:
  - Principio del ensayo; Penetrador; Carga.
  - Determinaciones del ensayo; Identificación.
  - Normas y recomendaciones del ensayo.
- VII.7. Métodos universales: Martens, Wolper, etc.
  - Principio del ensayo; Penetradores; Cargas
  - Determinaciones e identificación del ensayo.
  - Campo de aplicación.

#### Unidad VIII: **DAÑO POR FATIGA EN LOS METALES:**

*(En este tema, además de analizar los ensayos experimentales, se analiza el fenómeno de la fatiga para justificar su ponderación en el diseño de piezas mecánicas tratado Resistencia de Materiales como "Efecto de las cargas dinámicas").*

- VIII.1. Fatiga de ciclo bajo y fatiga de ciclo alto.
- VIII.2. Comportamiento de las distintas aleaciones metálicas frente al fenómeno de la fatiga.
- VIII.3. Los criterios de falla por fatiga
- VIII.4. Teorías del daño acumulado.
- VIII.5. Los Ensayos de Fatiga:
  - Métodos estadísticos para la determinación del límite de fatiga y de la resistencia a la fatiga para una duración determinada.
  - Métodos abreviados.
- VIII.6. Probetas y máquinas de ensayo.

#### Unidad IX: **COMPORTAMIENTO DE LOS METALES BAJO CARGAS DE IMPACTO:**

*(En este tema, además de analizar los ensayos experimentales, se analiza el efecto de las cargas de impacto para justificar su ponderación en el diseño de piezas mecánicas tratado Resistencia de Materiales como "Efecto de las cargas dinámicas").*

- IX.1. Conceptos generales sobre la teoría elemental de las vibraciones :
  - Sistemas elásticos; Grados de libertad
  - Vibraciones propias y forzadas; Amortiguamiento.
  - Frecuencia natural; Frecuencia de excitación; Resonancia.
- IX.2. Clasificación de las cargas dinámicas en función del periodo natural de vibración.
- IX.3. Influencia de la velocidad de aplicación de la carga en las propiedades mecánicas.
- IX.4. Ensayos Cualitativos de Impacto:
  - Máquinas pendulares; Determinación de pérdida de energía del péndulo; Corrección de resultados de ensayo.
  - Método de ensayo Charpy; Principio del ensayo; Probetas; Resiliencia.
  - Método de ensayo Izod; Principio del ensayo; Probetas; Resiliencia.



## Universidad Nacional del Nordeste

### Facultad de Ingeniería

- Aspecto de la superficie de la fractura: Fractura dúctil; Fractura frágil.
- Influencia de la temperatura; Transición dúctil – frágil; ; Dependencia con la estructura cristalina.
- IX.5. Otros métodos de ensayos para determinar la Tenacidad a la Fractura.
- IX.6. Ensayos especiales sobre prototipos.

#### Unidad X: FALLA POR COMPENETRACIÓN DE LOS METALES:

*(De los varios modos de falla de los materiales, se analiza éste en particular, para complementar el tema de "Esfuerzos Localizados" tratado en la asignatura de Resistencia de Materiales ).*

- X.1. Generalidades; Origen de los Esfuerzos de Contacto; Estado espacial de Esfuerzos en la zona de contacto; Hipótesis.
- X.2. Caso General; Contacto entre piezas de radios de curvatura principales distintos en el punto de contacto.
- X.3. Contacto entre piezas esféricas.
- X.4. Contacto entre cilindros de ejes paralelos.
- X.5. Verificación de las esfuerzos, superficiales y sub\_superficiales.
- X.6. Influencia de la Fricción en la superficie de contacto.
- X.7. Consideraciones sobre el coeficiente de seguridad.
- X.8. Trabajos Prácticos:
  - Determinación de esfuerzos normales, tangenciales y octaédricos, superficiales y subsuperficiales en función de la presión en el centro de la zona de contacto de piezas comprimidas.
  - Diagramación en planillas electrónicas de cálculo de la variación de los esfuerzos subsuperficiales con auxilio de tablas de integrales elípticas. Ponderación del coeficiente de seguridad según las principales teorías de falla de los materiales.
  - Empleo de fórmulas empíricas y datos experimentales para contemplar la influencia de fricción en el valor de los esfuerzos.

#### Unidad XI: CONCEPTO DE FALLA DE LOS MATERIALES:

*(Por la importancia de este tema en el estudio de la estabilidad, degradación y duración de piezas mecánicas, se mencionan y conceptúan los principales "modos de falla", un análisis detallado se hace en los temas de "Introducción a la mecánica de la fractura" y "Modos de falla de los materiales" en la asignatura de Conocimiento de Materiales orientación Fabricación).*

- XI.1. Criterio de falla; Daño Estructural; Daño Funcional; Principales factores que inciden en la falla de los materiales.
- XI.2. Modos de falla más frecuentes de los materiales estructurales.

#### Unidad XII: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS:

*(Se tratan las técnicas consideradas "clásicas" de ensayos no destructivos. Otros métodos especiales para la determinación indirecta de propiedades de los materiales y localización de defectos e imperfecciones microestructurales y cristalinas se analizan en la asignatura de Conocimiento de Materiales. )*

- XII.1. Introducción :
  - Finalidad y principio de los ensayos no destructivos
  - Campos de aplicación: Metrología; Caracterización de materiales; Defectología.
- XII.2. Defectología; Origen de los defectos; Forma y localización de los defectos.
- XII.3. Métodos basados en radiaciones electromagnéticas:
  - Métodos ópticos: Examen visual; Endoscopía; Réplicas, etc.
  - Métodos radiográficos: Rayos – X; Gammagrafía.
  - Métodos termográficos; Termografía.
- XII.4. Métodos basados en fenómenos eléctricos y magnéticos:
  - Partículas magnéticas.
  - Partículas electrizadas.
  - Corrientes inducidas.
- XII.5. Métodos basados en vibraciones sonoras:
  - Métodos ultrasónicos.



## Universidad Nacional del Nordeste

### Facultad de Ingeniería

- Métodos sonoros.
- XII.6. Métodos basados en transporte de materia:
  - Líquidos penetrantes.
  - Partículas filtradas.
  - Ensayos de pérdidas.
- XII.7. Comparación, ventajas y desventajas de cada técnica de ensayo, selección del método de ensayo mas apropiado.

#### Unidad XIII: PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

La realización de los ensayos mecánicos y no destructivos tratados se efectuarán de conformidad con normas oficiales de ensayos ( I.R.A.M.; I.A.S.; C.N.E.A.; I.S.O. ) en los siguientes laboratorios :

- Departamento de Mecánica y de Estabilidad de la Facultad de Ingeniería de la U.N.N.E.
- Universidad Tecnológica Nacional y Escuela Nacional de Educación Técnica de Resistencia.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (Bs.As.)
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Bs.As.)
- Fundación Latinoamericana de Soldadura (Bs.As.)
- Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria del Caucho (Bs.As.)
- Instituto Argentino de Siderurgia (San Nicolás, Bs. As.)
- Centro Siderúrgico General Savio ( San Nicolás, Bs. As. )

#### 3. BIBLIOGRAFÍA

- La bibliografía actualizada y especializada junto con apuntes y ayudas didácticas de la cátedra se suministra anualmente al comienzo del curso.
- Bibliografía básica:
  - ❑ Ciencia e Ingeniería de los Materiales ; Callister ; Reverté ; 1995
  - ❑ Ensayo de Materiales y Control de Defectos en la Industria del Metal ; Studemann ; Urmo ; 1968
  - ❑ Laboratorio de Ensayos Industriales, Metales ; González Arias ; Litenia ; 1986
  - ❑ Publicaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica
  - ❑ Normas y Especificaciones técnicas :
    - Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM)
    - Instituto Argentino de Siderurgia (IAS)
    - Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
    - Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
  - ❑ Apuntes de la cátedra.
- Bibliografía de consulta:
  - ❑ Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales ; Smith ; McGraw Hill ; 1993
  - ❑ Aceros Especiales ; Apraiz Barreiro ; Dossat
  - ❑ Tratamientos Térmicos de los Aceros ; Apraiz Barreiro ; Dossat
  - ❑ Fundiciones ; Apraiz Barreiro ; Dossat
  - ❑ Laboratorio de Ensayos Industriales, Ultrasonido ; González Arias ; Litenia ; 1987
  - ❑ Materiales para Ingeniería ; Van Vlack ; CECSA ; 1964

#### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El desarrollo del programa se realiza mediante "Clases Teóricas"; "Prácticas de Laboratorio" y "Clases Prácticas", las que en términos generales se estructuran y relacionan de la siguiente manera:

- Clases teóricas: Destinadas a conocer los fundamentos teóricos que relacionan las propiedades de los materiales con su estructura a nivel atómico, cristalino y microscópico. Conocimiento de Organismos normalizadores nacionales y extranjeros. Especificación de normas técnicas de ensayos. Finalidad perseguida con los ensayos experimentales.
- Prácticas de Laboratorio: Realización de ensayos experimentales, mecánicos y no destructivos, en laboratorios de la Facultad y otras instituciones provinciales y nacionales.
- Clases Prácticas: Procesamiento de resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio y ponderación de las propiedades de los materiales.



## Universidad Nacional del Nordeste

### Facultad de Ingeniería

#### 5. EVALUACIÓN

— Alumnos Regulares: 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas. 90% de asistencia a las prácticas de laboratorio que se efectúen en laboratorios de la Facultad. Presentación de informe escrito sobre los ensayos realizados en laboratorio.

Los alumnos regulares rinden un examen final teórico – práctico consistente en fundamentar las propiedades de los materiales en función de su estructura y procesar a modo de trabajo práctico los resultados de un supuesto ensayo de laboratorio.

— Alumnos Libres: Para acceder a un examen final similar al de alumnos regulares, deben coordinar con la cátedra la realización en laboratorio de los principales ensayos destinados a determinar propiedades mecánicas de los materiales.

— Régimen de promoción: 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas y 90% de asistencia a las prácticas de laboratorio que se efectúen en laboratorios de la Facultad. Aprobar tres (3) exámenes parciales, escrito y oral. Primer parcial: unidades I a VII; Segundo parcial: unidades VIII a XI; Tercer parcial: unidad XII. Realizar el viaje anual para presenciar ensayos experimentales en la CNEA, INTI, SIDERAR, IAS y Fundación Latinoamericana de Soldadura.