| Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo<br>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA<br>Adecuación a las modalidades presencial y a distancia por Pandemia COVID-19 | | | |
|---|---|---|---|
| **Asignatura:** | **CIENCIA DE LOS MATERIALES** | | |
| **Docente Responsable:** | **Prof. Titular Dra. Ana María Furlani** | | |
| **Carreras:** | **Ingeniería de Petróleos, Industrial y en Mecatrónica** | | |
| **Año: 2020** | **Semestre: 5º** | **Horas Semestre: 90** | **Horas Semana: 6** |

## *OBJETIVOS*

- *Conocer y emplear adecuadamente la terminología básica de la asignatura.*
- *Tomar conciencia del papel de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales y de su valor para los ingenieros en el futuro.*
- *Identificar y diferenciar las propiedades mecánicas que poseen los materiales.*
- *Comprender los procedimientos de ensayos de materiales más habituales en la industria para evaluar el comportamiento de los mismos frente a solicitaciones y conocer los mecanismos de falla.*
- *Conocer normas y especificaciones técnicas de materiales.*
- *Identificar las diferentes estructuras cristalinas que presentan los materiales.*
- *Relacionar la estructura de los materiales con sus propiedades.*
- *Enumerar y diferenciar, en cuanto a composición, estructura y propiedades, las principales familias o grupos de materiales.*
- *Interpretar los distintos diagramas de equilibrio para obtener la microestructura deseada.*
- *Aplicar los distintos tratamientos térmicos para obtener las propiedades mecánicas deseadas.*
- *Descripción de los grados y tipos de materiales por medio de sus especificaciones y conforme a las mismas se establecen las posibilidades de uso con las aplicaciones típicas en la actualidad y en base a la información disponible la tendencia de uso.*
- *Desarrollar criterios para la selección y aplicación de los materiales disponibles en diseños tecnológicos.*

## *CONTENIDOS*

### UNIDAD 1: MATERIALES PARA INGENIERÍA

**A**. Ciencia e ingeniería de Materiales. Definición y alcances. Generalidades sobre estructuras y propiedades. Importancia del estudio de los distintos tipos de materiales.
**B**. Clasificación de los materiales. Metales. Polímeros. Cerámicas. Materiales compuestos. Materiales electrónicos. Necesidad de materiales modernos. Competición entre materiales. Selección de materiales.
**C**. Normalización y especificación. Objetivos de la normalización. Instituciones normalizadoras. Ambitos de aplicación.

### UNIDAD 2 - ESTRUCTURAS DE LOS SÓLIDOS CRISTALINOS

**A**. Redes espaciales y celdas unidad.
**B**. Sistemas cristalinos y redes de Bravais.
**C**. Características de las principales estructuras cristalinas metálicas. Número de coordinación. Factor de empaquetamiento atómico. Densidad volumétrica, planar y lineal. Direcciones y planos cristalográficos. Polimorfismo y alotropía.
**D**. Estructuras cristalinas compactas.
**E**. Materiales cristalinos y no cristalinos. Monocristales. Policristales. Anisotropía.

### UNIDAD 3 - ENSAYOS DE MATERIALES

**A**. Ensayo de tracción y Propiedades Mecánicas. Conceptos de esfuerzo, tensión, resistencia y deformación. Ensayo de Tracción. Diagrama de tracción. Diagramas convencionales y reales. Diagramas para distintos metales. Probetas para tracción. Determinaciones a efectuar en un ensayo de tracción estático: Fluencia y límite elástico, Resistencia estática a la tracción, alargamiento de rotura, Estricción, Ductilidad, Resiliencia, Tenacidad. Fracturas por tracción. Elasticidad y Plasticidad: Posefecto elástico, Histéresis elástica, Módulo de elasticidad, Anelasticidad.
**B**. Otros Ensayos Mecánicos. Ensayo de compresión. Ensayo de flexión. Ensayo de plegado. Ensayo de impacto. Ensayos de dureza. Ensayo de fatiga. Ensayo de fluencia lenta (Creep).
**C**. Ensayos no destructivos: Inspección visual, Líquidos penetrantes, Partículas magnéticas. Ultrasonidos. Radiografía industrial.

### UNIDAD 4 - SOLIDIFICACIÓN METÁLICA E IMPERFECCIONES CRISTALINAS

**A**. Solidificación de metales.
**B**. Mecánica de la solidificación.
**C**. Defectos en estructuras coladas.
**D**. Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea.
**E**. Imperfecciones cristalinas. Deformación plástica.
**F**. Recuperación, recristalización y crecimiento térmico de metales deformados.
**G**. Metalografía. Observación y análisis micrográfico de materiales por Microscopía Optica.

### UNIDAD 5 - DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO Y ALEACIONES FERROSAS

**A**. Soluciones sólidas. Solución sólida intersticial. Solución sólida sustitucional.
**B**. Análisis térmico. Curvas de enfriamiento.
**C**. Diagramas de equilibrio. Aleaciones binarias completamente solubles en estado líquido y sólido (Sistemas isomórficos binarios). Diagrama eutéctico (Sistemas eutécticos binarios). Sistemas con fases o compuestos terminales e intermedios. Aleaciones binarias que contienen compuestos intermetálicos. Reacciones eutectoide y peritéctica. Transformaciones de fases congruentes e incongruentes. Desarrollo de microestructuras durante el enfriamiento. Regla de fases. Determinación de la composición y cantidad de fases.
**D**. Diagrama hierro-carbono. Clasificación de los Aceros. Fundiciones.

## UNIDAD 6 – TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ACERO

**A**. Fundamentos de los tratamientos térmicos: Tipos de microconstituyentes que forman las estructuras de los aceros. Transformación de austenita. Variables que rigen la estructura metalográfica. Análisis de las curvas de transformación de los aceros TTT. Influencia de los elementos de aleación.
**B**. Tratamientos térmicos del acero: Recocidos, Normalizado, Temple directo, Martempering, Austempering (temple bainítico), Patentado y Revenido.
**C**. Templabilidad. Ensayo Jominy.

## UNIDAD 7 - ALEACIONES NO FERROSAS

**A**. Cobre y sus aleaciones. Latones. Bronces.
**B**. Aluminio y sus aleaciones.
**C**. Magnesio y sus aleaciones.
**D**. Titanio y sus aleaciones.
**E**. Metales refractarios.
**F**. Superaleaciones.
**G**. Corrosión.

## UNIDAD 8 - MATERIALES POLIMÉRICOS

**A**. Estructuras de los polímeros. Clasificación según su estructura molecular. Cristalinidad de los polímeros. Características mecánicas y termomecánicas. Comportamiento Esfuerzo Deformación. Deformación de Polímeros Semicristalinos. Fusión y fenómeno de transición vítrea.
**B**. Polímeros termoplásticos y termoestables. Viscoelasticidad. Deformación de elastómeros. Fractura de polímeros. Otras características.
**C**. Aplicaciones.y conformación de los polímeros. Aditivos. Tipos de polímeros.Plásticos. Elastómeros.
**D**. Fibras. Adhesivos. Pinturas. Aislantes. Espumas.

## UNIDAD 9 - MATERIALES CERÁMICOS

**A**. Definición. Cerámicos tradicionales y avanzados. Aplicaciones.
**B**. Estructuras cerámicas. Estructuras cristalinas principales. Cerámicas formadas por silicatos. Vidrios de sílice. Estructuras del diamante, grafito y fullerenos. Imperfecciones de las cerámicas.
**C.** Diagramas de fases cerámicas.
**D.** Cerámicos de Ingeniería.
**E**. Propiedades Eléctricas. Dieléctricos. Materiales aislantes cerámicos. Materiales cerámicos para condensadores. Semiconductores cerámicos. Cerámicos ferroeléctricos. Materiales piezoeléctricos. Propiedades mecánicas. Factores que afectan la resistencia de los materiales cerámicos. Transformaciones de fase para aumentar la tenacidad a la fractura. Materiales abrasivos cerámicos. Propiedades térmicas. Materiales refractarios cerámicos.
**F**. Vidrios. Comportamiento frente a la solidificación. Clasificación según estructura y composición. Características. Vidrios tratados térmicamente.

## UNIDAD 10 - MATERIALES COMPUESTOS Y NUEVOS MATERIALES

**A**. Definición de material compuesto. Fase matriz y fase dispersa. Compuestos naturales y artificiales.
**B**. Clasificación según la fase matriz: compuesto de matriz metálica, compuesto de matriz cerámica y compuesto de matriz polímero.
**C**. Compuestos reforzados con partículas: partículas grandes y consolidados por dispersión. Regla de las mezclas. Módulo elástico de un compuesto.
**D**. Compuestos reforzados con fibras: whiskers, fibras (aramida, vidrio, carbono, boro, etc.) y alambres. Influencia de la orientación de la fibra. Fibras continuas y alineadas; discontinuas cortas alineadas, y orientadas al azar. Longitud de fibra crítica. Hilo, cordones, tejido, tejido entrelazado.

Comportamiento esfuerzo-deformación de diferentes clases de fibras. Resistencia a la tracción específica. Módulo específico. Propiedades a la fatiga de compuestos reforzados con fibras.
**E**. Compuestos estructurales: laminares y paneles sandwich. Direcciones de laminación.
**F**. Compuestos naturales: madera. Macroestructura y microestructura. Propiedades: contenido de humedad, resistencia mecánica y contracción.
**G**. Introducción a los nuevos materiales: nanomateriales, materiales inteligentes, vidrios metálicos, etc.

## *METODOLOGIA DE ENSEÑANZA*

### 1. Trabajo en clase:

Las clases presenciales incluyen exposiciones magistrales y clases dialogadas de las Unidades 1 y 2, y sólo el inicio de la Unidad 3. Esto permite una interacción directa con el alumno a efectos de motivar su participación y evaluar el grado de comprensión del tema. En estas clases se utilizan distintos recursos tales como pizarrón, material multimedia, videos y enlaces web.

En el contexto de Pandemia COVID 19, se adopta la modalidad de trabajo a distancia. A los fines de guiar a los alumnos en sus estudios se les indica los correspondientes Apuntes de Cátedra y su bibliografía para cada uno de los Contenidos de las unidades.

Adicionalmente, y a los fines no solo de orientar al alumno en sus estudios sino también de interactuar en forma activa con el mismo, se emplean en el desarrollo de la modalidad de trabajo a distancia herramientas de Moodle incluidas en el Aula Abierta de la Facultad de Ingeniería tales como conferencia web vía BigBlueButton con charlas interactivas con los estudiantes, como así también Foros de Consulta y de reflexión sobre temas específicos. Asimismo, se emplean como material adicional de apoyo videos de las prácticas de laboratorio desarrollados por la Cátedra como así también videos disponibles en Internet.

Por otra parte, en la modalidad de trabajo a distancia se conservan para las conferencias web vía BigBlueButton los horarios de inicio y frecuencia de dictado de clases de la modalidad presencial. Esto tiene por objeto ayudar al alumno en la organización y avance de sus estudios.

Es importante destacar que tanto en la modalidad presencial como en la de trabajo a distancia el dictado de cada una de las clases es acompañado semanalmente por la resolución de sus respectivos cuestionarios que incluyen también problemas de aplicación práctica de la temática en estudio.

### 2. Clases Prácticas en Laboratorio:

Consisten en el desarrollo de prácticos de laboratorio para aplicar las distintas técnicas de ensayos y tecnología de materiales en grupos reducidos de alumnos para permitir su participación e integración en el desarrollo del práctico.
Cada alumno debe volcar los resultados y principales conclusiones arribadas en cada práctica en una guía especialmente diseñada a tal fin.
En este ciclo lectivo, las prácticas desarrolladas en la presencialidad corresponden a la Máquina Universal de Ensayos y al Ensayo de Compresión.
En el contexto de Pandemia COVID 19, las prácticas que se hubieran desarrollado en forma presencial en el Laboratorio de Metales del ITIEM son reemplazadas por videos oportunamente desarrollados por la Cátedra durante la modalidad de trabajo a distancia, encontrándose disponibles en el Aula Abierta de la Facultad de Ingeniería. Las Prácticas de Laboratorio abordadas en estos videos son complementadas por prácticas presenciales durante el periodo

de regreso paulatino a las actividades presenciales (PRPAP) establecido por Resolución Nº 046/2020-FI, siempre y cuando las condiciones de distanciamiento social preventivo lo permitan. Con respecto a las Prácticas de Laboratorio que es necesario desarrollar en forma presencial en otras Unidades Académicas de la Universidad Nacional de Cuyo o en laboratorios externos a la misma durante la modalidad de trabajo a distancia son substituidas por videos explicativos disponibles en el Aula Abierta de la Facultad de Ingeniería.

### 3. Clases de consulta:

Durante la modalidad de trabajo presencial las clases de consulta son realizadas en forma individual o grupal según la necesidad del estudiante lo requiera. Por otra parte, durante la modalidad de trabajo a distancia las clases de consulta se llevan adelante mediante el uso de foros de consultas y reuniones web empleando el recurso BigBlueButton del Aulaabierta de la Faculta de Ingeniería.

## *DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA*

.

| Actividad | Carga horaria por semestre |
|---|---|
| Teoría y resolución de ejercicios simples con videos representativos de algunas prácticas de laboratorio | 82 |
| Formación práctica | |
| Formación Experimental – Laboratorio | 8 |
| Formación Experimental - Trabajo de campo | 0 |
| Resolución de problemas de ingeniería | 0 |
| Proyecto y diseño | 0 |
| **Total** | **90** |

| | |
|---|---|
| **Porcentaje de Horas Presenciales** | 9 % del Total |
| **Porcentaje de Horas a Distancia** | 91 % del Total |

## *BIBLIOGRAFIA*

### *Bibliografía básica*


| Título | Autor(es) | Editorial | Año de edición | Ejemplares disponibles |
|---|---|---|---|---|
| La Ciencia e Ingeniería de los Materiales | **ASKELAND, D.R.** | Thomson | 1987-2004 | 2-5 |
| Ciencia e Ingeniería de Materiales | **ASKELAND, D.R., FULAY P.P., WRIGHT W.J.** | CENGAGE Learning | 2011 | 1 |
| Introducción a la | **CALLISTER, W.D.** | Reverté S. A. | 1995 | 11-7 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ciencia e Ingeniería de los Materiales | **Tomos I y II** | | | |
| Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales | **CALLISTER** | Limusa | 2009 | 1 |
| Laboratorio de Ensayos Industriales | **GONZALEZ ARIAS, A.** | Nueva Librería | 2008 | 1 |
| Ensayo de los Materiales | **HELFGOT, A.** | Kapelusz | 1979 | 19 |
| La Estructura de los Metales | **LINDENVALD, N.** | Géminis | 1980 | 17 |
| Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales | **SMITH, W.F.** | Mc Graw Hill | 1998-1993-2006 | 4-4-3 |
| Apuntes de la materia | **CATEDRA CIENCIA DE LOS MATERIALES** | Aulaabierta | 2020 | |
| Prácticas de Laboratorio | **CATEDRA CIENCIA DE LOS MATERIALES** | Aulaabierta | 2020 | |

## *Bibliografía complementaria*

- Información de actualidad consultando sitios específicos de Internet.

| Autor | Título | Editorial | Año | Ejemplares en biblioteca |
|---|---|---|---|---|
| Parámetros Característicos de la Resistencia Mecánica de la Fundición Gris | **ABRIL, E.R.** | U.N.Córdoba | 1969 | 1 |
| Engineering Materials | **ASHBY, M.** | Pergamon | 1980 | 1 |
| Propiedades Mecánicas | **HAYDEN, H.W.** | Limusa | 1968 | 2 |
| Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros | **SHACKELDORF, J.F.** | Prentice-Hall | 2005-1998 | 3-6 |
| Industria del Plástico | **RICHARDSON y L.** | Paraninfo | 2000 | 2 |
| Los Plásticos Reforzados con Fibras de Vidrio | **D'ARSIÉ, D.** | América Lee | 1986 | 1 |
| Fundiciones | **APRAIZ, J.** | Dossat | 1971 | 13 |
| Manufactura, Ingeniería y Tecnología | **KALPAKJIAN. SCHMID .** | Prentice Hall | 2002 | 11 |
| Fractography | **METALS HANDBOOK** | ASM International | 1987 | 1 |
| Ciencia e Ingeniería de la Superficie de los Materiales Metálicos | **GONZALEZ D., J.** | CSIC | 2001 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ciencia de materiales para ingenieros | **PIRIS, N. M.** | PEARSON | 2012 | 1 |
| Ciencia e Ingeniería de los Materiales | **MONTES J.M., CUEVAS F.G., CINTAS J.** | PARANINFO | 2014 | 3 |

## *SISTEMA DE EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA*

### 1. Condiciones de regularidad.

Los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos para obtener la regularidad en la materia:

a. Rendir tres (3) exámenes parciales individuales. Cada evaluación parcial tiene su instancia de recuperación. Cada parcial requerirá para ser aprobado, como mínimo, un 60 % del puntaje total asignado. La modalidad de examen es a distancia mediante el uso de la herramienta digital del Aulaabierta, para el caso de los dos primeros parciales y sus recuperatorios correspondientes.
b. Dada la situación especial de este ciclo lectivo, se tomará durante el periodo de regreso paulatino a las actividades presenciales (PRPAP) establecido por Resolución Nº 046/2020-FI, en forma presencial, el tercer parcial. Asimismo, en dicho periodo y también en forma presencial se tomará el recuperatorio del tercer parcial y una Evaluación Global en el caso de tener como máximo un solo parcial o recuperatorio desaprobado.
c. Presentar un informe sobre la obtención de propiedades mecánicas de materiales, mediante el uso de software.

### 2. Condiciones para la aprobación de la materia

-En el caso de alumnos regulares y libres obtendrán la aprobación de la materia mediante la aprobación de un examen final integrador oral, que se tomará en las fechas establecidas para las Mesas de Exámenes Finales (Ordinarios o Especiales) en modalidad de trabajo a distancia mediante el uso del recurso BigBlueButton del Aulaabierta, ajustándose a la Resolución N° 45/2020-FI, con las particularidades establecidas en el Protocolo del Anexo I de dicha Resolución y a Programa Abierto.

-En el caso de que se tomen los exámenes en modalidad presencial, los alumnos que no hayan cumplido todos los requisitos para regularizar la materia podrán rendir el examen final en carácter de alumno libre, que consistirá en una evaluación escrita sobre temas de una unidad de la materia, que una vez aprobada se complementará con una evaluación oral.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

- Uso del vocabulario específico de la materia.
- Identificación de las diferentes estructuras cristalinas que presentan los materiales.
- Interpretación de las medidas obtenidas en los ensayos mecánicos.
- Relación entre estructuras y propiedades de los materiales.

- Desarrollo de la capacidad de comprender e interpretar el comportamiento de los materiales, a fin de poder establecer las posibilidades de aplicación de los mismos en el diseño y la evaluación de uso frente a solicitaciones y/o fallas.
- Adquisición de criterios para seleccionar un material en una aplicación ingenieril específica, según las propiedades del mismo.
- Integración de los conocimientos adquiridos en las unidades del programa de la materia.
- Desarrollo de criterios para la selección y aplicación de los materiales disponibles en diseños tecnológicos.

***Programa de examen en Modalidad Presencial***

Bolilla 1: Unidades 1 - 3 - 5 - 8 - 9 - 10
Bolilla 2: Unidades 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9
Bolilla 3: Unidades 1 - 3 - 4 - 6 - 7- 8
Bolilla 4: Unidades 2 - 3 - 5 - 8 - 9 - 10
Bolilla 5: Unidades 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 9
Bolilla 6: Unidades 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10
Bolilla 7: Unidades 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9
Bolilla 8: Unidades 2 - 3 - 4 - 5 – 6 - 8
Bolilla 9: Unidades 3 - 4 - 5 - 6 - 9 - 10

ANA FURLANI
Dra. Ing. en Petróleo
ITIEM - FIUNCUYO

FECHA, FIRMA Y ACLARACIÓN TITULAR DE CÁTEDRA