



Facultad de Ingeniería  
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial  
**Sílabo plan de estudios 2015-II**

**I. DATOS ADMINISTRATIVOS**

|                          |                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Asignatura            | : INGENIERÍA DE MATERIALES                            |
| 2. Código                | : IN 0706                                             |
| 3. Naturaleza            | : Teórico-práctica                                    |
| 4. Condición             | : Obligatorio                                         |
| 5. Requisitos            | : Ingeniería Mecánica, IN 0504                        |
| 6. Nro. Créditos         | : 04                                                  |
| 7. Nro. de horas         | : Teóricas=2 /Prácticas=2                             |
| 8. Semestre Académico    | : VII                                                 |
| 9. Docente               | : Carlos Sebastián Calvo/Amado Castro Chonta          |
| 10. Correo Institucional | : carlos.sebastian@urp.edu.pe/amado.castro@urp.edu.pe |

**II. SUMILLA**

**Propósitos generales:**

La asignatura proporciona al alumno, los criterios para aplicar conceptos fundamentales en la selección de un material metálico o no metálico, para un determinado uso en ingeniería, en base a sus propiedades físicas, químicas y tecnológicas, a sus técnicas de conformación y a los procedimientos cualitativos y cuantitativos de su elaboración; en concordancia con la normatividad nacional e internacional y considerando además el ambiente y condiciones a los que estará expuesto el material, durante su comportamiento en servicio.

**Síntesis del contenido:**

Soluciones tecnológicas de información y métodos cuantitativos para identificar y clasificar los materiales de fabricación en ingeniería, en base a su clase, propiedades y aplicaciones, estableciendo los criterios de su selección y formulando los principios físicos que rigen su comportamiento. Aplica métodos cuantitativos y leyes que gobiernan la teoría del comportamiento de las aleaciones ferrosas y no ferrosas, de los materiales cerámicos, de los materiales poliméricos, de los materiales compuestos y materiales emergentes de uso biomédico, nuclear y espacial, aplicando técnicas de elaboración y normalización de dichos materiales.

**III. COMPETENCIAS GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA**

La asignatura aporta al logro de las siguientes competencias genéricas:

- 1) En cuanto a la tecnología de los procesos productivos, efectúa la selección de materiales necesarios para diferentes aplicaciones, teniendo en cuenta las propiedades y el comportamiento en servicio de los diferentes materiales de ingeniería, en los ambientes y condiciones a los que estará sometido durante su utilización. **(Competencias Genéricas de Responsabilidad Social e Investigación Científica y Tecnológica).**
- 2) En cuanto a proyectos de mejoramiento continuo, elabora, implementa y evalúa las mejoras de la infraestructura productiva, optimizando los recursos materiales con procesos que agreguen valor a la actividad industrial, fomentando una cultura de calidad. **(Competencias Genéricas de Responsabilidad Social y Comunicación efectiva).**
- 3) En cuanto a la gestión de las operaciones, identifica, coordina y promueve la aplicación de técnicas de optimización durante la fabricación y el trabajo de los materiales en un determinado sistema de producción; planeando y programando las operaciones con utilización de métodos cuantitativos, con el objeto de generar valor en términos de atención al cliente. **(Competencias Genéricas de Resolución de Problemas e Investigación Científica y Tecnológica).**

**IV. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA**

- 1) Identifica los materiales de fabricación en ingeniería, en base a su clase, propiedades y aplicaciones. **(Competencia Específica de Dominio de las Ciencias).**
- 2) Establece los criterios de selección de materiales metálicos y no metálicos, para variadas aplicaciones. **(Competencias Específicas de Comunicación y de Aprendizaje para toda la Vida).**
- 3) Formula principios que rigen el comportamiento de los materiales. **(Competencias Específicas de Dominio de las Ciencias y de Experimentación y Pruebas).**

- 4) Conoce la normalización de las fabricaciones metálicas y no metálicas y establece los criterios para su elaboración, de manera cualitativa y cuantitativa. **(Competencia Específica de Solución de Problemas de Ingeniería).**
- 5) Predice el comportamiento en servicio de los materiales, con criterios de selección en base a sus propiedades y aplicaciones. **(Competencias Específicas de Perspectiva Local y Global y Dominio de las Ciencias).**
- 6) Promueve la aplicación de técnicas de optimización durante la fabricación y el trabajo de los materiales en un sistema de producción, planeando y programando las operaciones con utilización de métodos cuantitativos. **(Competencias Específicas de Solución de Problemas de Ingeniería y de Gestión de Proyectos).**
- 7) Recomienda los diferentes tipos de técnicas de conformación de materiales de ingeniería. **(Competencias Específicas de Comunicación y de Ingeniería y de Trabajo en Equipo).**
- 8) Aplica los conceptos fundamentales de simulación, aplicando métodos cuantitativos, con conocimiento de los principios que gobiernan el comportamiento de los materiales, aplicando software de programación y lenguajes de simulación. **(Competencias Específicas de Solución de Problemas de Ingeniería y Gestión de Proyectos).**

**V. DESARROLLA EL COMPONENTE DE: INVESTIGACIÓN (X ) RESPONSABILIDAD SOCIAL (X)**

**VI. LOGRO DE LA ASIGNATURA**

Al finalizar la asignatura el estudiante:

- **Comprende** los distintos enfoques y conceptos de la selección de los materiales de fabricación en ingeniería.
- **Aplica** los conceptos de elaboración de diferentes materiales utilizados en ingeniería utilizando métodos cuantitativos y los sistemas de gestión en las áreas de calidad, normalización, ambiente, salud y seguridad en el trabajo, que individualmente o en conjunto con otras disciplinas, contribuyen como estructura de soporte para la mejora del desempeño de los procesos empresariales.
- **Valora** la importancia de la aplicación de los sistemas de gestión para el incremento de la productividad.
- **Integra** soluciones tecnológicas de información y métodos cuantitativos para clasificar los materiales de fabricación en ingeniería; estableciendo los criterios de su selección mediante métodos cuantitativos computacionales.

**VI. LOGRO DE LA ASIGNATURA**

**VII. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS**

Se considera la secuencia mostrada en la siguiente Red de Aprendizaje.



| UNIDAD I: FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES Y PRINCIPIOS DE SU METALURGIA FÍSICA Y CONFORMACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>LOGRO DE APRENDIZAJE:</b> Al finalizar la unidad, el estudiante sustenta el entendimiento de los conceptos fundamentales de la metodología de identificación y clasificación de los diferentes materiales de fabricación en ingeniería, en base a su clase, propiedades y aplicaciones; estableciendo los criterios de su selección y formulando los principios físicos que rigen su comportamiento en servicio. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| Semana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Clasificación de los materiales. Propiedades físicas, químicas y tecnológicas. Materiales auxiliares. Conceptos fundamentales. Materia prima y material, metales, aleaciones, sustancia, sistema, fase. Principios de metalurgia física. Fundamentos de la obtención del hierro y del acero. Industria siderúrgica. Alto horno y equipamientos auxiliares, materias primas y productos. Obtención del arrabio y convertidores a |  |



**Universidad Ricardo Palma**  
**Rectorado**  
**Oficina de Desarrollo Académico, Calidad y Acreditación**

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | acero. Otras instalaciones siderúrgicas. Estudio general de diagramas de flujo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>2</b> | El estado sólido. Estructuras cristalinas. Tipos de celdas unitarias y redes cristalinas de los metales. Parámetros de Red y Factores de Empaquetamiento. Cálculos.<br>Principios de la conformación por deformación plástica en caliente y en frío. Forja, laminación, estampado, trefilado, etc. Conformación por corte con soplete y soldadura, pulvimetalurgia, maquinado y fundición. Fundamentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>3</b> | Contracciones de los metales y de las aleaciones. Determinación de contracciones durante el enfriamiento en el estado líquido, durante la solidificación y en el estado sólido. Formas de compensar las contracciones y sus relaciones con la defectología derivada del enfriamiento y solidificación. Problemas sobre contracciones. Nociones sobre diseño de colada en piezas fundidas. Software comercial.<br>Práctica: Presentación de casos de piezas a conformarse por fundición. Dibujo en fundición. Secuencia de las operaciones de moldeo manual y forma gráfica de representación. Estudio de casos de confección de moldes y vistas en diversos cortes de moldes preparados. Hornos de fusión. |
| <b>4</b> | Fundamentos sobre ensayos mecánicos de los materiales. Dureza, tracción, flexión y comprensión de los materiales. Ensayos normalizados. Curvas esfuerzo-deformación. Problemas.<br>Elasticidad de los materiales. Módulo de elasticidad y su aplicación. Ensayos de fatiga e impacto de los materiales metálicos. Normalización. Problemas<br>Ensayos no destructivos (END) de los materiales. Ensayo por líquidos penetrantes, magnetoscopia, radiografía industrial y ultra sonido. END y calidad industrial. Casos de estudio.<br><b>Evaluación I</b>                                                                                                                                                   |

**UNIDAD II: ESTUDIO DE LAS ALEACIONES BINARIAS Y ALEACIONES FERROSAS Y NO FERROSAS**

**LOGRO DE APRENDIZAJE:** Al finalizar la unidad, el estudiante sabe cómo aplicar métodos cuantitativos y leyes que gobiernan la teoría del comportamiento de las aleaciones ferrosas y no ferrosas, aplicando técnicas de elaboración y normalización de dichos materiales.

| <b>Semana</b> | <b>Contenido</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5</b>      | Formas en que se presentan las fases en las aleaciones: solución sólida, elemento libre y compuesto intermetálico. Diagramas de fases de las aleaciones metálicas binarias. Leyes fundamentales. Diagramas de equilibrio de fases típicos. Deducción de la Ley de la Palanca.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>6</b>      | Transformaciones de fases en las aleaciones binarias: Transformación eutéctica, transformación eutectoide y transformación peritética. Problemas y análisis de solidificación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>7</b>      | Aleaciones ferrosas. Clasificación: Fierros fundidos y aceros comunes o al carbono, fierros fundidos y aceros especiales, diagramas hierro-carbono. Estructuras de fierros fundidos y aceros. Influencia de los diferentes elementos de aleación en los fierros fundidos y aceros, comunes y especiales. Problemas sobre leyes de aleaciones, análisis de solidificación y determinación de microestructuras. Estudio por observación de microestructuras ferrosas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>8</b>      | Normalización y procedimientos de elaboración de aleaciones ferrosas normalizadas. Hornos de fusión y cálculos de carga. Problemas sobre cálculos de carga para elaboración de aleaciones ferrosas por métodos analíticos matemáticos y por aplicación de software específico de optimización. Estudio de microestructuras de aceros y fierros fundidos.<br><b>Evaluación II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>9</b>      | Aleaciones no ferrosas. Clasificación de metales no ferrosos y sus aleaciones. Normalización y designación (nomenclaturas). Aleaciones de fusión y aleaciones de forja.<br>Aleaciones de cobre. Bronces y latones. Concepto, clasificación, propiedades y aplicaciones de los bronce y latones comunes. Bronces y latones especiales. Cálculos de elaboración.<br>Aleaciones ligeras. Aluminio, propiedades y aplicaciones. Aleaciones de aluminio. Clasificación, propiedades y aplicaciones. Aleaciones Al-Si. Clasificación, propiedades y aplicaciones. Aleaciones modificadas Al-Si.<br>Aleaciones Aluminio-Cobre. Clasificación, propiedades y aplicaciones. Estudio particular del Duraluminio. Elaboración de la aleación, tratamiento térmico, propiedades y aplicaciones. Casos sobre elaboración de aleaciones de aluminio. Cálculos.<br>Aleaciones ultra-ligeras. El Magnesio y sus aleaciones. Propiedades físicas, químicas y tecnológicas del magnesio puro. Usos. Aleaciones de magnesio, clasificación, propiedades y aplicaciones. |
| <b>10</b>     | Normalización y secuencias de elaboración de aleaciones. Cálculos sobre elaboración de materiales no ferrosos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



|  |                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Titanio y sus aleaciones. Usos propiedades y aplicaciones. Otras aleaciones de los metales no ferrosos. Aleaciones especiales de los metales no ferrosos. Casos de estudio.<br><b>Evaluación III</b> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **UNIDAD III: MATERIALES CERAMICOS Y POLIMERICOS**

**LOGRO DE APRENDIZAJE:** Al finalizar la unidad, el estudiante conoce y aplica herramientas cuantitativas y leyes que gobiernan el comportamiento de los materiales cerámicos y poliméricos, aplicando técnicas de elaboración y normalización de dichos materiales.

| <b>Semana</b> | <b>Contenido</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>11</b>     | Materiales cerámicos. Concepto, clasificación, obtención, usos, propiedades y aplicaciones. Cerámicos derivados de la arcilla. Elaboración, clasificación, propiedades y aplicaciones. Cerámicos especiales. Vidrios, carburos, cementos y materiales refractarios. Materiales refractarios. Concepto, clasificación, elaboración, propiedades y aplicaciones. Diagrama sílice-alúmina y otros diagramas de equilibrio para el estudio de sistemas refractarios. Ley de la Palanca. Cálculos y problemas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>12</b>     | Determinación de las propiedades de los materiales cerámicos. Porosidad aparente y real, densidad aparente y real, resistencia mecánica y durabilidad. Relación de la porosidad total con la resistencia mecánica. Problemas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>13</b>     | Materiales poliméricos. Fundamentos. Polímeros naturales y polímeros sintéticos. Polimerización por adición y por condensación. Mecanismos. Ejemplos. Configuraciones diversas de las uniones cruzadas en los polímeros. Materias primas petroquímicas de los polímeros. Polímeros termoplásticos y termoestables. El caucho o hule sintético. Principales hules sintéticos. Polibutadieno, hule butadieno-estireno (SBR), hule butadieno-acrilonitrilo y neoprenos. Selección de hules para aplicaciones específicas. Grado de polimerización, distribución del peso molecular y peso molecular medio en los polímeros. Ejemplo de cálculo. Polímeros utilizados en fibras sintéticas. Ejemplos y usos. Resinas sintéticas. Resinas de fenol formaldehído (fenólicas), resinas amínicas, poliésteres insaturados y resinas epóxicas. Los elastómeros. Proceso de vulcanización. Mecanismo y propiedades. |

#### **UNIDAD IV: MATERIALES COMPUESTOS Y OTROS MATERIALES**

**LOGRO DE APRENDIZAJE:** Al finalizar la asignatura, el estudiante sustenta y aplica métodos cuantitativos y leyes que gobiernan el comportamiento de los materiales compuestos y otros correlacionados, aplicando técnicas de elaboración y normalización de dichos materiales, enfatizando en sus aplicaciones y técnicas de elaboración.

| <b>Semana</b> | <b>Contenido</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>14</b>     | Materiales compuestos (compósitos). Concepto. Tipos de unión, clasificación, propiedades y aplicaciones de los materiales compuestos. Compuestos reforzados por partículas. Compuestos endurecidos por dispersión de partículas finas, compuestos reforzados por partículas propiamente dichas, carburos cementados, contactos eléctricos, moldes y almas especiales en arenas sintéticas para fundición y otros materiales compuestos. Compuestos reforzados por fibras. Clasificación según el tipo y ordenamiento de las fibras.                                                  |
| <b>15</b>     | Compósitos especiales. Polímeros y sus materiales compuestos. Problemas sobre caracterización y propiedades físicas y tecnológicas de los materiales compuestos. Problemas sobre elaboración y propiedades de los materiales compuestos. Predicción de propiedades. Casos de estudio de aplicaciones en el comercio, la industria automotriz, de aeronavegación y aeroespacial.                                                                                                                                                                                                      |
| <b>16</b>     | Otros materiales:<br>Materiales nucleares y correlacionados. Fundamentos de física nuclear y materiales nucleares. Interacción de las radiaciones con la materia. Material radiactivo, producción de radioisótopos y sus aplicaciones en industria, hidrología, minería, hidrocarburos y medio ambiente. Aspectos de seguridad. Casos de estudio y experiencias nacionales.<br>Materiales biomédicos. Clasificación, propiedades y aplicaciones. Casos de estudio.<br>Materiales eléctricos, electrónicos, magnéticos y ópticos. Fundamentos y aplicaciones.<br><b>Evaluación IV</b> |



### VIII. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Disertación, Aprendizaje Basado en Proyectos, Problemas, Aprendizaje Colaborativo, Aprendizaje Basado en Investigación, Estudio de Casos, etc.

Se podrán desarrollar actividades sincrónicas (que los estudiantes realizarán al mismo tiempo con el docente) y asincrónicas (que los estudiantes realizarán independientemente fortaleciendo su aprendizaje autónomo).

La planificación y ejecución de las sesiones de aprendizaje deberán considerar actividades que se organizarán de la siguiente manera:

**Exploración:** preguntas de reflexión vinculada con el contexto, otros.

**Problematización:** conflicto cognitivo de la unidad, otros.

**Motivación:** bienvenida y presentación del curso, otros.

**Presentación:** PPT, PDF o Word, Videos cortos, otros.

**Práctica:** resolución individual de problemas, resolución colectiva de problemas, otros. Consistirá en la discusión de problemas industriales relacionados al curso, presentados objetivamente, con diagramas, cálculos y discusión de resultados y análisis de estructuras, propiedades, técnicas de elaboración y comportamiento en servicio de los diferentes materiales.

**Evaluación de la unidad:** presentación del resultado o producto.

**Extensión / Transferencia:** presentación de la resolución individual de un problema.

### IX. MOMENTOS DE LA SESIÓN DE APRENDIZAJE VIRTUAL

La modalidad presencial desarrollará actividades sincrónicas (que los estudiantes realizarán al mismo tiempo con el docente) y asincrónicas (que los estudiantes realizarán independientemente fortaleciendo su aprendizaje autónomo). La metodología del aula invertida organizará las actividades de la siguiente manera:

#### Antes de la sesión

**Exploración:** preguntas de reflexión vinculada con el contexto, otros.

**Problematización:** conflicto cognitivo de la unidad, otros.

#### Durante la sesión

**Motivación:** bienvenida y presentación del curso, otros.

**Presentación:** PPT, PDF o Word, Videos cortos, en forma colaborativa y otros.

**Práctica:** resolución individual o colectiva de uno o más problemas, otros.

#### Después de la sesión

**Evaluación de la unidad:** presentación del producto.

**Extensión / Transferencia:** presentación en modo digital, de la resolución individual o colectiva de uno o dos problemas.

### X. EVALUACIÓN

Las evaluaciones se realizarán a lo largo del semestre, con el propósito de determinar en qué medida el estudiante va logrando las competencias de la asignatura.

Las actividades de enseñanza se complementarán con actividades de evaluación continua (AEC) tales como: talleres, proyectos, trabajos, simulaciones, exposiciones, controles de lectura, casos, participaciones en las sesiones de clases, entre otras, para las cuales se podrán seleccionar los instrumentos que el docente estime conveniente, además cuando menos de una rúbrica como recurso educativo.

Los exámenes parcial y final se realizarán en las semanas 8 y 16.

El promedio final de la asignatura se obtendrá de la manera siguiente:

|                                                 |        |                                                |
|-------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|
| Prácticas Calificadas                           | : PC   | $PP = \frac{PC1 + 2PC2 + PC3 + PC4 + PAEC}{6}$ |
| Promedio Actividades de Evaluación Continua (*) | : PAEC |                                                |
| Examen Final                                    | : EF   | $PF = \frac{EP + EF + PP}{3}$                  |
| Examen Parcial                                  | : EP   |                                                |
| Examen Sustitutorio (**)                        | : ES   |                                                |
| Promedio Final                                  | : PF   |                                                |

(\*\*) El Examen Sustitutorio reemplaza la nota más baja de los exámenes y se realizará en la semana 17.



La modalidad presencial se evaluará de manera continua con evaluaciones sincrónicas y asincrónicas. Los productos son las evidencias del logro de los aprendizajes y serán evaluados a través de rúbricas cuyo objetivo es calificar el desempeño de los estudiantes de manera objetiva y precisa.

Cada Unidad de Aprendizaje se evaluará independientemente, con instrumentos aplicables por el docente, de acuerdo a las directivas generales establecidas en la Facultad de Ingeniería.

## **XI. REFERENCIAS**

### **Bibliografía Básica:**

- 1) ASKELAND DONALD R. 1987, La Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Segunda Edición, Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V.
- 2) GERNER A. OLSEN 1960, Elements of Mechanics of Materials, Tercera Edición, Editorial Prentice Hall
- 3) LAWRENCE E. DOYLE, Materiales y Procesos de Manufactura Para Ingenieros
- 4) LEYENSETER A. 1983 Tecnología de los oficios metalúrgicos, Segunda Edición, Editorial Prentice-Hall Hispano Americana, S.A.
- 5) SHACKELFORD JAMES F. 1992, Ciencia de Materiales Para Ingenieros, Tercera Edición, Londres, Editorial Prentice Hall Hispano Americana, S.A.
- 6) V.B. MC. MILLAN, Introducción a la Ingeniería de Materiales
- 7) WILLIAM F. SMITH, "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales". Tercera Edición. Ed. Mc-Graw Hill, 1988

### **Bibliografía complementaria:**

- 8) LAWRENCE E. DOYLE, Materiales y Procesos de Manufactura Para Ingenieros
- 9) MAREK, ED. JOHN WILEY & SONS INC., Fundamental in the Production and Design of Castings, New York, 1961
- 10) PAUL D. VAN NESS, RICHARD K. MILLER, ALLEN D. KARTCHNER, DAVID W. PENTICO (1985): Quantitative Methods for Management Decisions, P.S. Associates, Inc. McGraw-Hill Book Company
- 11) RAIDA DE JESUS SILVA, REINALDO MORABITO, Otimização da programação de cargas de forno em uma fábrica de fundição em aço-inox, Gestão & Produção, vol.11 no.1 São Carlos Jan./Apr. 2004
- 12) ROBERT REED-HILL, Principios de metalurgia física
- 13) RAYMOND HIGGINS(2vol.), Ingeniería Metalúrgica
- 14) SENAI-MG, 1987, Determinação dos Sistemas de Massalotes e Canais, Publicação Técnica número 17, vol.4.

### **Consultas de internet:**

ASSOCIATION FOR MANUFACTURING EXCELLENCE, <<http://www.ame.org>>  
ATLAS FOUNDRY Co. Inc. <<http://www.atlas@atlasfrd.com>>  
INTERCAST S/A, <<http://www.intercast.com.br>>  
SÃO LÁZARO IND. DE INJEÇÃO LTDA. <<http://www.sao.lazaro@terra.com.br>>  
<http://www.ufrgs.br/ndsm>  
[http://wapedia.mobi/es/Moldeo\\_por\\_inyecci%C3%B3n?t=5](http://wapedia.mobi/es/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n?t=5)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo\\_en\\_c%C3%A1scara](http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_en_c%C3%A1scara)  
[http://www.comosehace.cl/procesos/PaulinaCecci/complemento\\_ShellMolding.htm](http://www.comosehace.cl/procesos/PaulinaCecci/complemento_ShellMolding.htm)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Shell\\_molding](http://en.wikipedia.org/wiki/Shell_molding)  
<http://es.scribd.com/doc/105071128/4-P-Moldeo-en-Cascara-Shell-Molding-4>  
<http://www.custompartnet.com/wu/shell-mold-casting>  
<http://es.scribd.com/doc/38445720/Moldeo-en-Cascara>  
<http://www.darcast.com/spanish/process.html>  
<http://www.quiminet.com/articulos/la-fundicion-en-arena-un-proceso-de-calidad-2577704.htm>  
<http://www.xuletas.es/ficha/pulvimetalurgia-y-moldeo-en-cascara-2/>