



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLAS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
EN METALURGIA Y MATERIALES



**Plan de Estudios y Normas Complementarias del
Programa**

**Maestría en Metalurgia y
Ciencias de los Materiales**

Programa PNPC-0185 Consolidado

Grado que otorga:

Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Orientación del Programa:

Investigación

Campo de conocimiento:

Ingeniería Metalúrgica y Ciencias e Ingeniería de los Materiales

Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales

Dr. Alberto Ruiz Marín

Director

Dr. Jorge Alejandro Verduzco Martínez

Sub-Director Administrativo

Dr. Víctor Hugo López Morelos

Sub-Director Técnico

Dr. Héctor Guillermo Carreón Garcidueñas

Coordinador del Programa

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 3 |
| 2. Fundamentación del programa | 5 |
| 2.1 Pertinencia del programa | 5 |
| 2.2 Demanda de alumnos | 6 |
| 3 Objetivos del Programa | 7 |
| 3.1 Objetivos particulares | 8 |
| 4 Perfiles de ingreso y egreso | 8 |
| 4.1 Perfil de ingreso | 8 |
| 4.2 Perfil de egreso | 9 |
| 5. Estructura del Plan de Estudios | 9 |
| 5.1 Duración del plan de estudios | 9 |
| 5.1.1 Tiempo de dedicación de los alumnos al Programa | 10 |
| 5.2 Estructura curricular | 11 |
| 5.3 Total de créditos a cubrir | 12 |
| 5.4 Líneas de investigación | 12 |
| 5.5 Programa de las actividades de aprendizaje | 15 |
| 5.5.1 Actividades académicas fundamentales obligatorias | 15 |
| 5.5.2 Actividades académicas de especialización | 16 |
| 5.5.3 Actividades de seguimiento de titulación | 17 |
| 5.6 Flexibilidad para cubrir actividades académicas | 18 |
| 5.7 Propuesta de transición entre planes de estudio | 19 |
| 6. Personal académico | 19 |
| 6.1 Núcleo Académico Básico | 19 |
| 6.2 Codirectores de tesis | 21 |
| 7. Infraestructura | 21 |
| 7.1 Infraestructura y espacios | 21 |
| 7.2 Biblioteca y sistemas de información | 22 |
| 7.3 Recursos financieros | 23 |
| 8. Normas complementarias | 23 |
| 8.1 Disposiciones generales | 23 |

| | |
|--|----|
| 8.2. De las Autoridades del Programa | 24 |
| 8.3. Del proceso de admisión al Programa | 25 |
| 8.4 Permanencia y seguimiento de estudiantes..... | 30 |
| 8.5. Obtención del grado..... | 31 |
| 8.6 Pertenencia y permanencia en el NAB del Programa..... | 32 |
| 8.7 Del Director de Tesis | 33 |
| 8.8 Comité Tutorial..... | 35 |
| 8.9 Flexibilidad del Plan de Estudios..... | 36 |
| 8.10 Investigación..... | 37 |
| 8.11. Evaluación | 38 |
| Anexo I: Criterios de elegibilidad y funciones de Comités Tutoriales y obligaciones de alumnos tutorados del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales. | 39 |
| Anexo II: Reglamento interno del Primer Curso-Seminario de investigación | 42 |
| Anexo III: Reglamento interno del Segundo Curso-Seminario de investigación. | 46 |
| Anexo IV: Reglamento Interno de Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales | 50 |
| Anexo V: Reglamento interno de la Estructura y Formato de la Tesis de Grado del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales. | 58 |
| ANEXO VI: Programa de Asignaturas..... | 66 |

1. Introducción

El Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales (IIMM) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, fue creado en junio de 1972 con el nombre de Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (IIM), con el objetivo de formar profesionales e investigadores en el campo de la metalurgia y la ciencia de los materiales en apoyo a la creciente industria del estado y la región. La oferta de programas de estudios del Instituto incluye el Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales; programa aprobado por el H. Consejo Universitario el 11 de diciembre de 1975, el cual entra en operación el 16 de enero de 1981. La última reforma al programa data de septiembre de 2001, e incluye la actualización del plan de estudios, definiendo un grupo de materias básicas y un segundo grupo de materias optativas de especialización, además de incluir cursos seminario de investigación con asignación de créditos para la obtención del grado. Recientemente, en febrero de 2013, el H. Consejo Técnico implementó una serie de adecuaciones y normativas que flexibilizan al programa que impactan en la eficiencia terminal de los estudiantes inscritos, potencializando la vinculación del programa ofertado con el sector social y productivo, impulsando la movilidad con centros nacionales e internacionales. Actualmente, el Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales (PMMCM), con clave 000185 en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), está reconocido con el nivel de **Consolidado**.

La aparición y el continuo desarrollo de nuevos materiales y tecnologías hacen que las nuevas tendencias en investigación en metalurgia y ciencias de los materiales se adecuen a estas necesidades, haciendo necesario reestructurar el Plan de Estudios del Programa de Maestría que actualmente se aplica. Todo esto, con el fin de asegurar que los recursos humanos formados sigan teniendo: capacidades prácticas, conocimientos teóricos e iniciativa en investigación científica, en coincidencia con las demandas y requerimientos de la industria, la academia y la investigación de frontera.

Los cambios implementados en la estructura del Plan de Estudios permiten una relación coherente entre las actividades de aprendizaje teórico y de investigación. Su enfoque interdisciplinario se orienta en un balance entre la investigación básica con las aplicaciones industriales y formación de recursos humanos de alto nivel. La retícula de actividades académicas fundamentales es seguida por una de cursos de especialización, actividades que proveen al estudiante de posgrado con los conocimientos y herramientas para ejecutar su proyecto de investigación. El sentido de socialización del Plan de Estudios se refleja en la modalidad de discusión de propuestas y seguimiento de proyectos de investigación a través de la presentación colegiada de seminarios. Los resultados de la aplicación del Plan de Estudios son satisfactorios si se considera el número de estudiantes graduados por generación, la producción académica resultante con participación de los estudiantes del posgrado, y su incursión en el mercado laboral y aceptación para continuar su formación doctoral. El Plan de Estudios se apega estrictamente al Mapa Curricular vigente, pero con una actualización al listado y contenido de los cursos académicos; participantes del Núcleo Académico Básico; concurrencia de Cuerpos Académicos; compactación de líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC); e integración de Normas Complementarias; reforma aprobada por el H. Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas en Acta IIM-2013-01 del 19 de febrero de 2013, y actualizada en sesión de Acta IIMM-2014-10 del 23 de octubre de 2014, del

ahora llamado Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales. En la elaboración del presente, se consideran los siguientes documentos:

- Guía para la elaboración y presentación de los proyectos de creación y reforma de programas de posgrado de la UMSNH; documento aprobado por el H. Consejo Universitario el 9 de noviembre de 2006.
- Reglamento general de estudios de posgrado (RGEP); documento aprobado por el H. Consejo Universitario el 14 de junio de 2017.
- Documento “Proyecto de reforma al PMMCM”; emitido por la Comisión Académica designada.
- Plan de Estudios del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales; aprobado por el H. Consejo Universitario en septiembre del 2001.
- Documento Plan de Estudios y Normas Complementarias del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales; aprobado por el H. Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas el 19 de febrero del 2013.
- Evaluación plenaria al Programa PNPC-0185 emitida por CONACYT el 18 de Enero de 2008.
- Evaluación plenaria al Programa PNPC-0185 emitida por CONACYT el 24 de Mayo de 2013.
- Criterios establecidos por CONACYT para programas de calidad en modalidad escolarizada.

Las principales reformas implementadas al presente Plan de Estudios son:

- a) Cambios en el mapa curricular, las materias que son impartidas con regularidad bajo la modalidad de **Tópicos Selectos**, fueron incluidas como materias elegibles dentro del mapa curricular; mientras que aquellas materias con poca o nula solicitud en años recientes, fueron eliminadas. Con la salvedad de que, en caso de ser requeridas, serán ofertadas ahora en la modalidad de **Tópicos Selectos**.
- b) El Plan de Estudios conserva tres materias básicas a elegir entre cuatro posibles; y se ofrece un listado de cuarenta y ocho (48) materias de especialización, distribuidas en la temática de cuatro líneas de investigación, de estas materias es necesario cursar cinco (5); aquellas materias no incluidas en el listado, se pueden ofertar como uno de cuatro Tópicos Selectos (Investigación; Metalurgia; Materiales y Metalurgia Extractiva); se conservan dos cursos Seminarios de Investigación; y curso Escritura de Tesis. Todas las materias fueron actualizadas en sus contenidos.
- c) Modificación de los Seminarios de Investigación. Con el propósito de normalizar la valoración entre profesores evaluadores, se establecen tablas de valoración en los formatos de evaluación de seminarios. Como requisito de evaluación de los cursos Seminario de

- Investigación I y II, se implementa la elaboración de reportes escritos para su revisión por el Comité Tutorial. La calificación final del seminario se integra con el 50% del reporte escrito y 50% de la presentación oral.
- d) Para cumplir con indicadores académicos de las evaluaciones CONACYT, se reestructura el Núcleo Académico Básico (NAB), y postulan los requisitos de permanencia e incorporación al NAB.
 - e) Se integra en la normatividad la figura de Co-director de Tesis.
 - f) Se promueve una duración máxima de cinco semestres para cumplir con la eficiencia terminal del Programa de Maestría, incluyendo la aprobación del manuscrito y disertación de tesis de grado.
 - g) Se recibirán solicitudes de admisión a estudiantes de licenciatura titulados con promedio inferior al promedio equivalente de CONACYT.
 - h) Se revisó y ajustó la normatividad acorde a las necesidades.

2. Fundamentación del programa

En congruencia con la visión y misión del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, basadas en el compromiso por reconocimiento de excelencia a nivel internacional de sus programas de posgrado, y que se sustenta en la productividad científica de alto nivel y formación de recursos humanos capacitados para realizar investigación en Ingeniería Metalúrgica y Ciencias e Ingeniería de los Materiales, y desarrollar habilidades docentes con alto grado de calidad. La estructura del Plan de Estudios está dividida en actividades académicas y actividades de investigación. El diseño de la parte académica garantiza al estudiante las bases teóricas que sustenten el trabajo de investigación, el cual está dirigido al mejoramiento del entorno local, al aporte de conocimiento-frontera, a la solución de problemas industriales o a la transferencia tecnológica de nuevos procesos.

Un aspecto importante que considera el Plan de Estudios en la formación integral de recursos humanos es la interacción académico-estudiante. Se favorece la crítica y discusión de los resultados de investigación como una tarea de socialización, donde los estudiantes y profesores exponen a la comunidad del Instituto y de la Universidad en general, sus propuestas y avances de investigación. Esta práctica fortalece en los egresados del Programa de Maestría su formación científico-académica, permitiéndoles en su caso continuar con estudios de doctorado en centros de investigación nacionales o internacionales, así como el poder interactuar con grupos de trabajo dedicados a la investigación o a labores industriales.

2.1 Pertinencia del programa

El desarrollo constante en las diferentes áreas que conforman a la Ciencia de Materiales, entre las que se encuentran la metalurgia, los materiales cerámicos, los biomateriales, los nuevos materiales, entre otros, así como aspectos de investigación en problemas de reciclaje y tratamiento de residuos, abren un amplio abanico de oportunidades que hacen que el Programa de Investigación de Metalurgia y Ciencias de los Materiales sea altamente pertinente para actividades disciplinarias, interdisciplinarias y de vinculación con el ámbito social y productivo.

El diseño del programa académico permite interactuar en beneficio de la ciencia, la tecnología, la industria nacional en el desarrollo de conocimiento de punta que permita proponer nuevos materiales y procesos, solucionar problemas de la industria y promover el desarrollo tecnológico.

El programa de posgrado de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales ha demostrado ser afín a programas ejercidos en otros centros de investigación. Es común que, en los centros de investigación afines, incluyan en sus planes de estudios actividades académicas y de investigación similares a los que se imparten en el Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales. Lo anterior se ve reflejado en la colaboración e intercambio científico con dichas entidades y en la incorporación de investigadores y docentes de alto nivel formados en este programa a la planta activa de estos centros de investigación. Dentro de las condiciones actuales de la nación en el esquema laboral, los estudiantes egresados de este Instituto se ubican con relativa prontitud en ambientes laborales o académicos relacionados con el grado que obtienen.

2.2 Demanda de alumnos

La metalurgia y la ciencia de los materiales, por su naturaleza, complementan a todas las áreas de la ingeniería. La Tabla 1 presenta un listado de veintidós (22) programas de licenciatura ofertados a nivel nacional que guardan relación directa con el Programa de Maestría PNPC-0185 en Metalurgia y Materiales, ello sin contar a los egresados de programas de la UMSNH y sistemas Tecnológicos de la región. Los egresados de estas Licenciaturas son candidatos a cursar el programa de posgrado del IIMM.

Por su carácter multidisciplinario, el Programa de Maestría recibe estudiantes con formación académica en las áreas de físico-matemáticas; ingeniería física; ingeniería metalúrgica; ingeniería en materiales; ingeniería en minas; ingeniería industrial; ingeniería química; ingeniería mecánica; ingeniería mecatrónica; ingeniería civil; ingeniería en tecnología de la madera; ingeniería electrónica; principalmente. También, por el área de estudio en biomateriales, se reciben estudiantes con formación en bioquímica; químico-farmacobiología; biotecnología; y bio-ingeniería.

Tabla 1. IES con licenciaturas afines a metalurgia y/o materiales.

| Institución de Educación Superior | Licenciatura | Ciudad |
|--|--|-------------------------------------|
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla | Licenciatura en Ingeniería de Materiales | Puebla, Pue |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Licenciatura en Ingeniería Minero Metalúrgica | Pachuca, Hgo. |
| | Licenciatura en Ingeniería en Ciencia de Materiales | Pachuca, Hgo. |
| Instituto Tecnológico de Morelia | Licenciatura en Ingeniería en Materiales | Morelia, Mich. |
| Instituto Tecnológico de Querétaro | Licenciatura en Ingeniería en Materiales | Querétaro, Qro. |
| Instituto Tecnológico Superior de Irapuato | Licenciatura en Ingeniería en Materiales | Irapuato, Gto. |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Licenciatura en Ingeniería en Materiales | Monterrey, NL |
| Universidad de Guanajuato | Licenciatura en Ingeniería Metalúrgica | Guanajuato, Gto. |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ingeniero Metalurgia y de Materiales | San Luis Potosí, SLP |
| Universidad Iberoamericana Torreón | Ingeniería Mecánica y Materiales | Torreón, Coah. |
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniero en Minas y Metalurgista | Chihuahua, Chi. |
| Universidad de Colima | Ingeniero Químico Metalurgista | Colima, Col. |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniero Metalúrgico | DF |
| | Licenciatura en Ingeniería Física-Tecnología de los Materiales | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ingeniero Químico Metalúrgico | DF |
| | Ingeniero en Minas y Metalurgia | DF |
| Instituto Politécnico Nacional | Ingeniero en Metalurgia y Materiales | DF |
| Instituto Tecnológico de Saltillo | Licenciatura Ingeniería de Materiales | Saltillo, Coah. |
| Universidad Veracruzana | Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales | Veracruz, Ver. |
| Universidad Autónoma de Querétaro | Ingeniero Químico en Materiales | Querétaro, Qro. |
| Universidad de Sonora | Ingeniero en Materiales | Hermosillo, Son. |
| | Ingeniero en Metalúrgica | |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Ingeniero en Ciencias de Materiales | Durango, Dgo. |
| Universidad Autónoma de Coahuila | Ingeniero Químico Metalurgista y Materiales | Saltillo, Coah. |
| Universidad Autónoma de Zacatecas | Ingeniero Minero Metalurgista | Zacatecas, Zac. |
| Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo | Ingeniería en Innovación Tecnológica de Materiales | Morelia, Mich. |
| Universidad Politécnica de Juventino Rosas | Ingeniería en Metalurgia | Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. |

3 Objetivos del Programa

El objetivo general del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales es proporcionar al estudiante los conocimientos básicos y de especialización que le permitan aplicar el método científico en tareas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, para la solución de problemas científicos y tecnológicos en el entorno regional, nacional e internacional. El resultado de este proceso es la formación de Recursos Humanos con posgrado de alto nivel en las áreas de Metalurgia y Ciencias de los Materiales, con la capacidad de generar y aplicar conocimientos en forma original, innovadora y socializada aplicando el método científico.

3.1 Objetivos particulares

- Generar y aplicar conocimiento científico de alto nivel que mejore las actividades relevantes de las diferentes áreas que conforman la Metalurgia y Ciencia de Materiales de acuerdo con las líneas de generación y aplicación del conocimiento del Programa.
- Formar recursos humanos de alto nivel de maestría en el área de metalurgia y ciencias e ingeniería de materiales y que sean capaces de realizar investigación básica con una visión práctica en beneficio de la ciencia e industrias nacionales.
- Formar investigadores capacitados para dirigir proyectos de investigación con alto grado de calidad en el desarrollo de conocimiento de frontera que permita proponer nuevos materiales y promover desarrollo tecnológico de punta.
- Establecer vínculos con la industria y centros de investigación que favorezcan la movilidad, la formación de redes de investigación y generación de desarrollos científicos y tecnológicos.
- Divulgar el conocimiento científico resultado de las investigaciones generadas, en particular de aquellos que tienen alguna importancia científica y/o tecnológica.

4 Perfiles de ingreso y egreso

4.1 Perfil de ingreso

El candidato que aspire a ingresar al Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales deberá tener los conocimientos teóricos de un egresado sobresaliente en las áreas de la ingeniería o ciencias afines a la metalurgia y ciencia de materiales, las cuales incluyen pero no se limitan a: ingeniería metalúrgica; ingeniería en materiales; ingeniería en minas; ingeniería industrial; ingeniería química; ingeniería mecánica; ingeniería mecatrónica; ingeniería civil; ingeniería en tecnología de la madera; ingeniería electrónica; ingeniería física; y físico-matemáticas; principalmente, habiendo cursado preferentemente asignaturas de disciplinas de la fisicoquímica, termodinámica, matemáticas y fenómenos de transporte. El candidato debe mostrar, además:

- Competencia en el uso de fuentes y recursos para la investigación
- Capacidad crítica, de discernimiento y síntesis de textos especializados
- Conocimiento del idioma inglés a nivel de comprensión de textos académicos
- Habilidades de expresión oral y escrita de tipo argumentativo (artículos académicos, reportes de investigación)
- Competencia para el análisis de información y en la sistematización de datos
- Actitud positiva y abierta a la crítica científica que le permita desarrollar sus habilidades e iniciativa de investigación

Una comisión evalúa los méritos académicos del aspirante a ingresar al programa, considerando la calidad de su formación académica, el resultado del examen de selección y a través de cursos de inducción la capacidad de adquirir conocimiento nuevo.

4.2 Perfil de egreso

El egresado tendrá los conocimientos y habilidades suficientes para desempeñarse ya sea tanto en el ámbito académico como en el sector productivo. Para aplicar el método científico en la identificación, análisis crítico y solución de problemas de la metalurgia y ciencias de los materiales, con capacidad para generar conocimiento innovador y coadyuvar en el desarrollo tecnológico y dar respuesta a los problemas de su entorno. Quien egresa del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales se caracterizará por el dominio de las siguientes competencias:

- Habilidades heurísticas para desenvolverse en tareas de la investigación científica
- Visión crítica constructiva fundamentada en el análisis y conocimiento.
- Conocimiento de operación y manejo de técnicas y materiales afines a la ciencia de materiales.
- Desarrollo de competencias docentes para el sector de educación superior y posgrado.
- Valores éticos del hacer científico.
- De haber interés y vocación, su perfil es idóneo para continuar en el Programa de Doctorado en Ciencias en Metalurgia y Ciencias de los Materiales.
- Desempeñarse en el sector industrial en áreas de investigación y desarrollo (I+D).

5. Estructura del Plan de Estudios

5.1 Duración del plan de estudios

La duración del programa de Maestría es de cuatro semestres siendo de tiempo completo. El estudiante cuenta hasta con un semestre adicional para la obtención del grado académico y cumplir con la eficiencia terminal estipulada por los lineamientos de CONACYT.

El alumno deberá acreditar un total de 84 créditos distribuidos de la siguiente manera: i) cursará tres actividades académicas de cuatro posibles que integran el grupo de actividades denominadas básicas. Estas actividades académicas serán asignadas por el Director de tesis, de acuerdo con la preparación y el campo de conocimiento seleccionado por el alumno. Estas actividades académicas podrán ser cambiadas por el Comité Académico encargado de dar seguimiento a la estancia del estudiante, con base en la solicitud razonada del alumno, avalada por su Director de tesis.

- ii) Cinco cursos optativos de especialización.
- iii) Dos seminarios de avance de investigación.
- iv) Un proyecto de investigación de Tesis.

La calificación mínima aprobatoria en cada actividad es de ocho (8.0) en una escala de diez (8.0/10.0). Para culminar el programa satisfactoriamente, es requisito presentar y aprobar la disertación del examen de grado de acuerdo con la normativa correspondiente.

5.1.1 Tiempo de dedicación de los alumnos al Programa

Los estudiantes inscritos al Programa de Maestría deberán estar dedicados de *tiempo completo*, (en jornadas de ocho horas), a las actividades que el Programa establece, ya bien sea en las instalaciones de la dependencia o aquellas locaciones establecidas por el Director de Tesis para la ejecución del proyecto experimental. La asistencia y duración de su estancia diaria deberá ser vigilada principalmente por el Director de Tesis. La Administración del Instituto y la Coordinación del Programa de Maestría están en condiciones de aplicar las sanciones que juzguen conveniente cuando el alumno incumpla la normativa de dedicación en tiempo completo o por bajo desempeño académico del estudiante.

Por su diseño y sus características de investigación, el Programa de Maestría no permite la estancia de estudiantes de Medio Tiempo.

Las fechas de inicio y final de duración del semestre se ajustarán al calendario escolar aprobado por el H. Consejo Universitario de la Universidad, teniendo un mínimo de dieciséis semanas efectivas de clase por semestre.

5.2 Estructura curricular

ESQUEMA POR SEMESTRE

| Actividad académica | Carácter | (Horas/semana/mes)/Créditos | | Total Horas/semestre | Créditos | Requerimientos (seriación) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|----------|-----------------------------------|
| | | Trabajo Frente a Grupo | Trabajo Independiente | | | |
| PRIMER SEMESTRE | | | | | | |
| Materia Fundamental 1 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Materia Fundamental 2 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Materia Fundamental 3 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Materia Especialización 1 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| SEGUNDO SEMESTRE | | | | | | |
| Materia Especialización 2 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Materia Especialización 3 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Materia Especialización 4 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Seminario de Investigación I | Obligatoria | 2/2 | 0/0 | 32 | 2 | No |
| TERCER SEMESTRE | | | | | | |
| Materia Especialización 5 | Obligatoria de elección | 6/6 | 2/2 | 96 | 8 | No |
| Trabajo experimental I | Obligatoria | 0/0 | 8/8 | 96 | 8 | No |
| CUARTO SEMESTRE | | | | | | |
| Trabajo experimental II | Obligatoria | 0/0 | 0/8 | 96 | 8 | No |
| Seminario de Investigación II | Obligatoria | 2/2 | 0/0 | 32 | 2 | Seminario de Investigación I |
| Escritura Tesis* | Obligatoria | NA | NA | NA | NA | Seminario de Investigación I y II |

* La escritura Tesis es obligatoria y se acredita al concluir el trabajo de la misma por parte del Director de Tesis.

- El estudiante puede cursar hasta cuatro actividades académicas en los primeros dos semestres y un mínimo de tres incluyendo el Seminario de investigación I. En el tercer semestre puede tomar un mínimo de dos. En el Cuarto Semestre, deberá de cursar el seminario de Investigación II.

- Las materias obligatorias fundamentales deberán ser tomadas durante los dos primeros semestres de estancia en el Programa. Sin embargo, es deseable que estas se cursen durante el primer semestre de estancia. Al estudiante que no haya cumplido con este requisito, no le será permitida su inscripción al tercer semestre.
- En caso de actividades de movilidad y/o estancias, el estudiante puede incrementar o disminuir el número de actividades académicas por semestre, previa autorización de la Coordinación del Programa de Maestría con conocimiento del H. Consejo Técnico.
- Los cursos Seminarios de Investigación I y II, deben presentarse necesariamente en los semestres segundo y cuarto, respectivamente.
- Es posible cursar créditos en otros programas dentro o fuera de la institución, de acuerdo con lo establecido en las normas operativas del Programa y en la normatividad correspondiente.

5.3 Total de créditos a cubrir

Para acceder al trámite de titulación, el estudiante deberá completar un total de ochenta y cuatro (84) créditos, obtenidos de la siguiente manera:

| | Actividades académicas | Créditos |
|---|--|-----------|
| 1 | Fundamentales y de especialización | 64 |
| 2 | Seguimiento de titulación (Seminarios de investigación, Trabajo experimental I y Escritura de Tesis) | 20 |
| | Total | 84 |

El examen de defensa de tesis es una actividad académica obligatoria y sin valor en créditos que debe ser dictaminada como aprobado por el comité sinodal asignado para que el estudiante sea acreedor al grado de Maestro. Para que el estudiante pueda presentar su examen de defensa de tesis debe haber acreditado, tanto las actividades fundamentales y de especialización, como las actividades de seguimiento de titulación: Seminarios de Investigación y Escritura de Tesis.

El examen de defensa de tesis debe ser presentado invariablemente en un tiempo no mayor a los cinco semestres que tiene como duración el Programa de Maestría.

5.4 Líneas de investigación

En el Programa de Maestría concurren seis Cuerpos Académicos con registro PRODEP, cada uno de ellos con líneas particulares de investigación:

Tabla 2. Cuerpos Académicos (CA) pertenecientes al IIMM y su grado de consolidación

| Identificación Cuerpo Académico (CA) | Nombre | Grado de Consolidación |
|---|--|---------------------------|
| CA-2 | Procesamiento de Minerales y Tratamiento de Efluentes Industriales | En consolidación |
| CA-28 | Síntesis y Procesamiento de Cerámicos y Compuestos | Consolidado |
| CA-105 | Ingeniería y Tecnología de Metales, Cerámicos y Aleaciones | Consolidado |
| CA-140 | Ensayos No Destructivos e Instrumentación | En consolidación |
| CA-209 | Tecnología de soldadura y unión de materiales | Consolidado |
| CA-215 | Manufactura de la Fundición, Deformación Plástica, Tratamientos Térmicos, Soldadura y Tribología | Consolidado |

La integración horizontal de los Cuerpos Académicos al Programa de Maestría compacta la estrategia institucional en cuatro líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC). A pesar de su diversidad, las líneas se caracterizan por el trabajo interdisciplinario, producto de la visión del Programa de contribuir con conocimiento de frontera en la ciencia de los materiales.

Tabla 3. Las Líneas de Generación Aplicación del Conocimiento (LGAC)

| | | |
|---|--------|---|
| 1 | LGAC-1 | Metalurgia Extractiva, Preparación y Desarrollo de Materiales |
| 2 | LGAC-2 | Caracterización y Análisis de Materiales |
| 3 | LGAC-3 | Fundición, Metalurgia Física y Mecánica |
| 4 | LGAC-4 | Unión, Degradación y Ensayos No-destructivos de Materiales. |

Justificación de las LGAC.

1) LGAC-1 Metalurgia Extractiva, Preparación y Desarrollo de Materiales.

LGAC-1: El estado de Michoacán y estados aledaños cuentan con recursos minerales en prácticamente toda su extensión territorial que son la materia prima para el desarrollo de nuevos materiales. Los recursos minerales son sometidos a procesos de separación selectiva y la metalurgia extractiva es básica en la obtención de metales y minerales.

En cuanto a la síntesis o preparación de nuevos materiales se cuenta con la infraestructura necesaria para obtener materiales mediante diversas técnicas como síntesis química, mecano-química, solidificación rápida, entre otras, que son la base para el diseño del procesamiento o desarrollo de materiales por diversas técnicas para obtener compuestos, realizar unión de materiales, recubrimientos, materiales densos por sinterización, etc. Los profesores investigadores que cultivan esta línea de investigación llevan a cabo conjuntamente con estudiantes de posgrado, proyectos sobre la ciencia básica que sustenta las teorías que rigen la síntesis, procesamiento, desarrollo y caracterización de los materiales cerámicos y compuestos.

La infraestructura existente en el IIMM permite formar recursos humanos de calidad y ofertar servicios de caracterización física y química de materiales a la industria minero-metalúrgica, así como a otras industrias metal mecánicas, que contribuyen al diseño de nuevos materiales e incluso al desarrollo de investigación para resolver problemas inherentes a las industrias mencionadas.

2) LGAC-2 Caracterización y Análisis de Materiales.

Durante la síntesis, procesamiento y ensayos de materiales, las técnicas instrumentales usadas para la caracterización y el análisis están en continuo desarrollo, respondiendo a la necesidad de saber más acerca de su estructura, composición y comportamiento bajo diferentes condiciones de los parámetros involucrados, o permitir el control de las síntesis y el procesamiento para mejorar las propiedades de estos materiales para usos específicos. Las técnicas de mayor relevancia que se utilizan en esta línea son la microscopía electrónica (barrido y transmisión), microscopía de fuerza atómica, difracción de rayos X, técnicas espectrométricas como fluorescencia de rayos X, infrarroja, ultravioleta, Raman, etc., técnicas de caracterización de propiedades termo-físicas y mecánicas como tensión uniaxial, tenacidad a la fractura, fatiga, impacto, desgaste, termofluencia, dureza (nano, micro y macro), además de uso de técnicas vía húmeda.

Esta línea conjunta las capacidades de los profesores que integran el NAB en las diferentes disciplinas, además permite la incorporación de alumnos egresados de diferentes carreras afines a la metalurgia y ciencias de los materiales.

3) LGAC-3 Fundición, Metalurgia Física y Mecánica.

La industria de la manufactura, y particularmente la industria metal-mecánica se ha consolidado en los últimos años como uno de los principales ejes de desarrollo de nuestro país. Las numerosas armadoras de automóviles y la nueva industria aeronáutica, así como las nacientes empresas de generación de energías alternativas, requiere el desarrollo y la manufactura de partes metálicas por diversos procesos. Esto implica una demanda creciente de recursos humanos especializados que sean capaces de diseñar nuevos materiales por técnicas de fundición y colada (colada en arena, fundición a la cera perdida, fundición a la espuma perdida, etc.), por medio de procesamientos termo-mecánicos como forja, trefilado, extrusión, rolado, estampado, etc. Lo anterior requiere que los recursos humanos formados tengan amplio conocimiento de la metalurgia física y los mecanismos que gobiernan el comportamiento de los materiales para lograr las propiedades mecánicas deseadas. En el caso de los procesos de fundición se requiere conocimiento sobre flujo de fluidos, flujo de calor y flujo de materia (difusión) para lograr el diseño de procesos de fundición y solidificación de piezas sanas con propiedades mecánicas adecuadas. Por otra parte, en el caso de los procesos de fabricación de piezas por deformación plástica, se requiere de un amplio conocimiento de los mecanismos de endurecimiento por deformación, recuperación, recristalización, crecimiento de grano, transformaciones de fase, comportamiento de la deformación plástica en frío y caliente, modelación de la influencia plástica, ductilidad en caliente, esfuerzos residuales, orientación

cristalográfica preferencial, que gobiernan el comportamiento de los materiales procesados y que permiten diseñar el tratamiento termomecánico más adecuado de acuerdo al tipo de material.

4) LGAC-4 Unión, Degradación y Ensayos No-destructivos de Materiales.

Dentro del desarrollo de materiales y diseño de componentes en la industria metal mecánica, aeroespacial, automotriz, de generación de energía, entre otras, se requiere de un proceso secundario de unión para la fabricación de componentes estructurales y/o funcionales. Para ello, es necesario el conocimiento de procesos de unión de materiales, así como de sus características microestructurales y su relación con su comportamiento mecánico en aplicaciones específicas. De la misma manera estos componentes y uniones son susceptibles a sufrir degradación metalúrgica, física y electroquímica como corrosión, desgaste y cambios microestructurales que alteran su rendimiento. Para garantizar la integridad estructural de estas uniones y/o componentes, los ensayos no destructivos tales como técnicas ultrasónicas, corrientes de Eddy, potencial termoeléctrico, conductividad eléctrica y ultrasonido no lineal ofrecen alternativas para relacionar sus variables a características microestructurales y físicas.

En este contexto, esta línea permite ser un referente en la generación y aplicación del conocimiento de las ciencias en materiales y metalurgia al sector educativo e industrial y actuar como agente de cambio a través de la investigación científica, proponiendo innovaciones dentro del área de unión, degradación y de ensayos no destructivos por medio de la formación de recursos humanos de alto nivel y la publicación de literatura científica de alto impacto.

5.5 Programa de las actividades de aprendizaje

Las actividades académicas del programa de Maestría comprenderán materias, seminarios de investigación, proyecto de investigación (trabajo experimental), la escritura y defensa de la tesis para la obtención del grado.

5.5.1 Actividades académicas fundamentales obligatorias

Cada materia fundamental tiene una duración semestral, con seis (6) horas a la semana de clase, para un total de noventa y seis (96) horas al semestre que equivale a seis (6) créditos, más dos (2) horas de trabajo extra clase adicional en la forma de tareas, lectura, consultas, revisiones bibliográficas u otras actividades académicas para el estudiante que equivale a dos (2) créditos, haciendo un total de ocho (8) créditos por materia. Tienen como propósito proporcionar los conocimientos fundamentales en la formación académica. Estas son de tipo teórico y de carácter obligatorio. El alumno debe de cursar tres de las cuatro actividades fundamentales siguientes:

- Termodinámica
- Metalurgia física
- Fenómenos de transporte
- Caracterización de materiales

Nota: Las materias fundamentales deberán cursarse en los dos primeros semestres.

5.5.2 Actividades académicas de especialización

Cada materia de especialización tiene una duración semestral, con seis (6) horas a la semana de clase, para un total de noventa y seis (96) horas al semestre que equivale a seis (6) créditos, más dos (2) horas de trabajo extra clase adicional en la forma de tareas, lectura, consultas, revisiones bibliográficas u otras actividades académicas para el estudiante que equivale a dos (2) créditos, haciendo un total de ocho (8) créditos por materia. Tienen como propósito proporcionar conocimientos básicos y especializados de las metodologías necesarias para fortalecer el trabajo de investigación. Son de tipo teórico y/o teórico-práctico con carácter obligatorio de elección. En total se deben de cursar cinco materias, cada una de las cuales tiene un valor de 8 (ocho) créditos.

El Director de tesis del estudiante deberá seleccionar las actividades académicas de especialización a cursar por el alumno. El Comité Tutorial correspondiente podrá emitir su recomendación relativa a las actividades de especialización a cursar. Las materias incluidas en el programa son:

Tabla 4. Materias curriculares del programa

| | |
|---|--|
| • Aleaciones ligeras y súper aleaciones | • Metodología de la investigación |
| • Análisis térmico de materiales | • Métodos avanzados de unión de materiales |
| • Biomateriales | • Microscopia electrónica |
| • Cerámica física | • Molienda y aleado mecánico |
| • Cerámica y refractarios | • Nanoquímica |
| • Comportamiento mecánico de materiales | • Pirometalúrgica |
| • Corrosión | • Principios de difracción de rayos X |
| • Diseño de uniones soldadas | • Procesamiento de materiales cerámicos |
| • Electromagnetismo | • Procesamiento de minerales |
| • Electroquímica | • Procesos de aceración neumática |
| • Elemento finito | • Procesos de soldadura |
| • Ensayos no destructivos | • Procesos de solidificación rápida |
| • Extracción por disolventes | • Programación y análisis numérico |
| • Fisicoquímica de la flotación | • Propiedades electrónicas de los materiales |
| • Fundición | • Química de superficies y coloides |
| • Hidrometalurgia | • Reciclado de residuos |
| • Instrumentación y control | • Síntesis química de materiales cerámicos |
| • Introducción a la nanotecnología | • Sistemas de dispersión |
| • Introducción al ultrasonido | • Solidificación |
| • Materiales compuestos | • Tópicos selectos de investigación |
| • Mecánica de la fractura | • Tópicos selectos de materiales |

| | |
|--------------------------------|---|
| • Metalurgia de la deformación | • Tópicos selectos de metalurgia |
| • Metalurgia de la soldadura | • Tópicos selectos de metalurgia extractiva |
| • Metalurgia de polvos | • Tratamiento de efluentes |
| • Transformaciones de fase | • Tratamientos térmicos |
| • Tribología | ---Espacio en blanco----- |

En las actividades de especialización se incluyen cuatro materias de Tópicos Selectos: i) Tópicos Selectos de Investigación, ii) Tópicos Selectos de Materiales, iii) Tópicos Selectos de Metalurgia y iv) Tópicos Selectos de Metalurgia Extractiva), los cuales cuentan con contenidos especializados que contribuyen al fortalecimiento teórico y metodológico de los trabajos de investigación y a la formación académica del estudiante. Los Tópicos Selectos se contabilizan como actividades académicas de especialización con 8 (ocho) créditos cada uno. El estudiante puede cursar hasta un máximo de dos Tópicos Selectos, con la condición de que sean de diferente terminal.

El estudiante que acredite el total de actividades académicas obligatorias -fundamentales y de especialización está habilitado para cursar tantas materias adicionales como considere pertinente su tutor académico con el consentimiento de la Coordinación de Maestría.

5.5.3 Actividades de seguimiento de titulación

Estas actividades son obligatorias y se dividen en cursos Seminarios de avance de investigación y proyecto de investigación (escritura de tesis):

| |
|-------------------------------|
| Seminario de investigación I |
| Trabajo experimental I |
| Seminario de investigación II |
| Trabajo experimental II |
| Escritura de Tesis |

- a) Los Seminarios de investigación I y II son conducidos por uno o dos miembros del NAB del programa y consisten en ponencias académicas formales, en estos seminarios los alumnos exponen el avance sistematizado de su proyecto para la obtención del grado. Su carácter es obligatorio y constan de 2 (dos) créditos cada uno que serán reportado por el o los académicos que lo o los conducen. Se cursan en el segundo y cuarto semestre, de manera obligatoria. Son evaluados por un Comité Tutorial asignado integrado por tres profesores, de acuerdo con lo señalado en la normativa del *Capítulo 8, parte: 8.4 Permanencia y seguimiento de estudiantes*, y que integra la reglamentación de los Cursos-Seminarios y la función de los comités tutoriales en los Anexos I, II y III.
- b) El estudiante podrá iniciar su trabajo experimental desde el primer semestre, sin embargo, será a partir del tercer semestre cuando se realice la evaluación del desarrollo del trabajo

experimental relacionado con su proyecto de investigación, al cual le dedicará 8 horas a la semana que equivale a ocho (8) créditos por semestre como trabajo independiente. Esta actividad será supervisada por el Director de tesis quien reportará al final de cada semestre su acreditación o no acreditación de la misma, siendo requisito previo el aprobar los cursos Seminario de Investigación I y II.

- c) Si la Coordinación del Programa de Maestría considera que el desempeño académico del estudiante lo hace meritorio, la materia **Escritura de Tesis** podrá ser dada de alta ante el Departamento de Control Escolar durante el cuarto semestre; si la Coordinación del Programa considera que el desempeño académico del estudiante no lo hacen meritorio, la materia Escritura de Tesis será dada de alta hasta el quinto semestre. Esta actividad será supervisada por el Director de tesis quien reportará al final del semestre su acreditación o no acreditación de la misma.
- d) La estructura del Plan de Estudios del Programa de Maestría se resume en el Mapa Curricular de la Tabla 5. Se muestran las materias fundamentales obligatorias, las materias selectas de especialización, y las actividades curriculares de seguimiento de proyecto de investigación. Las cuarenta y ocho materias de especialización están ordenadas de acuerdo con las cuatro Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) integradas al Programa de Maestría.

Tabla 5. Mapa curricular

| MATERIAS FUNDAMENTALES (tres materias OBLIGATORIAS a elección) | | | | |
|--|---|---|---|----------------------|
| • Metalurgia física • Termodinámica de materiales • Caracterización estructural de materiales • Fenómenos de transporte | | | | |
| MATERIAS SELECTAS DE ESPECIALIZACION (cinco materias de especialización a elección; incluye Tópicos Selectos) | | | | |
| <p>LGAC: Metalurgia Extractiva, Preparación y Desarrollo de Materiales Cerámicos y Compuestos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción por disolventes • Fisicoquímica de la flotación • Hidrometalurgia • Pirometalúrgica • Procesamiento de minerales • Sistemas de dispersión • Tratamiento de efluentes • Reciclado de residuos • Biomateriales • Cerámica y refractarios • Introducción a la nanotecnología • Materiales compuestos • Metalurgia de polvos • Molienda y aleado mecánico • Nanoquímica • Procesamiento de materiales cerámicos • Síntesis química de materiales cerámicos | <p>LGAC: Caracterización y Análisis De Materiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis térmico de materiales • Cerámica física • Principios de rayos X • Microscopía electrónica • Propiedades electrónicas de los materiales • Elemento finito • Instrumentación y control • Programación y análisis numérico | <p>LGAC: Fundición, Metalurgia Física y Mecánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aleaciones ligeras y superaleaciones • Comportamiento mecánico de materiales • Fundición • Mecánica de la fractura • Metalurgia de la deformación • Procesos de aceración neumática • Procesos de solidificación rápida • Solidificación • Tratamientos térmicos • Transformaciones de fase | <p>LGAC: Unión, Degradación y Ensayos No-Destructivos de Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electromagnetismo • Ensayos no destructivos • Introducción al ultrasonido • Corrosión • Electroquímica • Química de superficies y coloides • Tribología • Diseño de uniones soldadas • Metalurgia de la soldadura • Métodos avanzados de unión de materiales • Procesos de soldadura | |
| • Metodología de la investigación | | | | |
| <p>Tópicos selectos: • Tópicos selectos de investigación • Tópicos selectos de materiales • Tópicos selectos de metalurgia • Tópicos selectos de metalurgia extractiva</p> | | | | |
| SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE INVESTIGACION | | | | |
| • Seminario de investigación I | • Trabajo experimental I | • Trabajo experimental II | • Seminario de investigación II | • Escritura de Tesis |

5.6 Flexibilidad para cubrir actividades académicas

Al estar inserto el Programa de Maestría en programas de movilidad estudiantil y de profesores, el Plan de Estudios permite que los alumnos cursen una o más actividades académicas en otros programas de posgrado dentro y fuera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), otorgando el mismo valor de créditos establecidos por este Programa, previo conocimiento del Comité Tutorial y autorización de la Administración del Programa. En el caso de instituciones externas a la UMSNH deberá existir preferentemente un convenio de colaboración académica.

En este marco flexible, las materias fundamentales no pueden substituirse por las de otros planes, dentro o fuera de la Universidad Michoacana, pero si las de especialización. Las materias de especialización que el estudiante curse en otros programas y no estén registradas en el actual, serán contabilizadas bajo el nombre de Tópicos Selectos, aplicando la normativa de no cursar más de dos Tópicos en su esquema de materias optativas de especialización.

Profesores de reconocido prestigio de otras instituciones podrán impartir cátedra y/o formar parte de la mesa de sinodales designada para revisión de tesis y disertación de grado; para tal motivo, la Coordinación del Programa, en conjunto con la Administración del Instituto, deberán realizar el trámite administrativo para el debido registro del profesor en la plataforma universitaria *Sistema Integral de Información Administrativa* (SIIA). La aceptación del estudiante a cursar asignatura fuera del Programa no genera ningún tipo de relación laboral con el profesor(a) de la unidad receptora. En cualquier caso, sea una materia cursada en instituciones externas u otras dependencias de la UMSNH, es posible que aparezca un sólo estudiante por acta de examen de asignatura.

El Programa apoya la movilidad e intercambio académico nacional e internacional que ofrece el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para los estudiantes de maestría a través de becas mixtas y otras convocatorias, así como la movilidad que fomenta el IIMM con otras unidades académicas por convenios varios con la finalidad de realizar estancias académicas y prácticas de trabajo de campo durante los estudios. Estas actividades se podrán realizar durante el tercer o cuarto semestre, preferentemente, siempre y cuando estén avaladas por el Director de tesis y por el H. Consejo Técnico de Posgrado a solicitud del Coordinador del Programa. Un estudiante no puede realizar actividades de movilidad cuando se encuentre en condiciones de no-acreditado en actividades académicas del semestre anterior.

Bajo circunstancias justificadas, la Administración del Programa puede autorizar que el estudiante cambie de proyecto de investigación siempre y cuando no haya sido evaluado en su Seminario de Investigación I. Posterior a ello, solo es posible ajustar contenido de investigación bajo el aval del Comité Tutor siempre y cuando se esté dentro de la misma línea de investigación.

5.7 Propuesta de transición entre planes de estudio

La presente propuesta de reforma al Plan de Estudios de la Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales está enfocada en buena medida a actualizar el mapa curricular de acuerdo con las necesidades que se han generado a lo largo de varios años y a implementar acciones en la operatividad del Programa que conduzcan a cumplir indicadores CONACYT de competencia internacional. En este contexto, sin contratiempos, aquellos estudiantes inscritos cuando se aprueben las modificaciones propuestas al Plan de Estudios se mantendrán como estudiantes regulares en el semestre que estén cursando en el Programa.

La transición entre planes de estudios es dinámica, pues en la práctica varias de las modificaciones propuestas ya han sido aplicadas por acuerdos académicos y administrativos dictaminados por el H. Consejo Técnico. La flexibilidad que permite el mapa curricular propuesto a través de la asignatura de Tópicos Selectos permite que, en caso de requerirse cursar alguna de las asignaturas eliminadas del listado de materias regulares, ésta podrá ser impartida en la modalidad de Tópico Selecto.

En el caso de estudiantes que por alguna razón hayan causado baja temporal del Programa, ocasionada por enfermedad, parto o circunstancia plenamente justificada y soliciten su reingreso cuando el Plan de Estudios haya cambiado, podrán continuar con sus estudios bajo el nuevo plan siempre y cuando se ajusten al tiempo máximo de duración del mismo sin afectar la eficiencia terminal.

6. Personal académico

6.1 Núcleo Académico Básico

El Núcleo Académico Básico está constituido por veinte (20) profesores de tiempo completo PTC, todos con el grado de Doctor y miembros del Sistema Nacional de Investigadores excepto uno de ellos, de los cuales actualmente uno (1) es SNI Nivel III, siete (7) son SNI Nivel II y once (11) SNI Nivel I.

Tabla 6. Relación Profesores Del NAB Adscritos al Del IIMM Del Programa.

| | Nombre | Grado Académico y Año | Institución de Obtención de Grado | PTC | Nivel SNI /Perfil PRODEP | Cuerpo Académico | Tipo de Participación en el Programa | LGAC |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|-------------|--------------------------|------------------|--------------------------------------|------|
| 1 | Egberto Bedolla Becerril | Doctorado 1980 | University de Newcastle Upon Tyne UK. | Titular "C" | II/ PP | CA-105 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 2 | Carlos León Patiño | Doctorado 2000 | Universidad de McGill Canadá | Titular "C" | II/PP | CA-105 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 3 | José Lemus Ruiz | Doctorado 2000 | Universidad de McGill Canadá | Titular "C" | I/PP | CA-209 | * Director de tesis * Tutor | 2,4 |
| 4 | Ena A. Aguilar Reyes | Doctorado 2000 | Universidad de McGill Canadá | Titular "C" | I/PP | CA-105 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 5 | Jorge A. Verduzco Martínez | Doctorado 2000 | Universidad de Sheffield UK | Titular "C" | I/PP | CA-209 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 6 | Víctor H. López Morelos | Doctorado 2005 | University of Nottingham Nottingham, UK | Titular "B" | II/PP | CA-209 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 7 | Rafael García Hernández | Doctorado 2002 | Universidad Autónoma de Querétaro | Titular "C" | I/PP | CA-209 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 8 | Alberto Ruiz Marines | Doctorado 2004 | Universidad de Cincinnati USA | Titular "C" | II/PP | CA-140 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 9 | Héctor G. Carreón Garcidueñas | Doctorado 2002 | Universidad de Cincinnati USA | Titular "C" | I/PP | CA-140 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 10 | Gerardo Barrera Cardiel | Doctorado 2002 | UMSNH | Titular "C" | I/PP | CA-140 | * Director de tesis * Tutor | 1, 4 |
| 11 | Arnoldo Bedolla Jacuinde | Doctorado 2001 | Universidad de Sheffield UK | Titular "C" | II/PP | CA-215 | * Director de tesis * Tutor | 3, 4 |
| 12 | Ignacio Mejía Granados | Doctorado 2002 | Universidad de Barcelona, España. | Titular "C" | II/PP | CA-215 | * Director de tesis * Tutor | 2, 3 |
| 13 | Juan Serrato Rodríguez | Doctorado 1980 | Houldworth School of Applied Science UK | Titular "C" | I/PP | CA-28 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 14 | Ma. Eugenia Contreras García | Doctorado 2000 | Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Titular "C" | II/PP | CA-28 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 15 | Juan Zárate Medina | Doctorado 2002 | UNAM | Titular "C" | I/PP | CA-28 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 16 | Ariosto Medina Flores | Doctorado 2005 | ITESM-CEM | Titular "B" | I/PP | CA-28 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |

| | | | | | | | | |
|----|--------------------------|----------------|--|-----------------|--------|-----------------|--------------------------------|------|
| 17 | Gerardo Rosas Trejo | Doctorado 1997 | Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Titular "C" | III/PP | CA-28 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 18 | Noemí Ortiz Lara | Doctorado 2012 | UMSNH | Cátedra CONACYT | I | Catedra CONACYT | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 19 | Ricardo Morales Estrella | Doctorado 2002 | Royal Institute of Technology Suecia | Titular "C" | I/PP | CA-25 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |
| 20 | Ramiro Escudero García | Doctorado 1998 | Universidad de McGill Canadá | Titular "C" | PP | CA-25 | * Director de tesis * Tutor | 1, 2 |

6.2 Codirectores de tesis

Cuando el proyecto de investigación lo justifique y el Director de tesis considere pertinente, el estudiante podrá contar con un Codirector de tesis en apoyo a su proyecto de investigación. La participación del Codirector de tesis debe ser anunciada en la propuesta de proyecto de Tesis y justificada plenamente a la Coordinación del Programa. La asignación del Codirector de tesis deberá ser validada por el H. Consejo Técnico a petición del Coordinador del Programa. En el caso de haber Codirector de tesis, este formará parte del Comité Tutorial del estudiante.

El Codirector de tesis puede ser un investigador adscrito a la planta académica del IIMM, a otra dependencia académica de la UMSNH o a alguna institución nacional o internacional de reconocido prestigio. Con el propósito de enriquecer la investigación y fortalecer la formación del estudiante, el Director de Tesis titular deberá documentar que el Codirector de tesis participante es experto en la línea de investigación del proyecto de Tesis y describir la contribución de éste a la propuesta.

7. Infraestructura

7.1 Infraestructura y espacios

El Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales está integrado en un conjunto de seis edificios con espacios administrativos, académicos y de laboratorios. Para las actividades docentes del Programa de Maestría se dispone de seis aulas, biblioteca, dos auditorios para clase y/o seminarios y centro de cómputo. Los espacios están equipados con tecnologías de información y comunicación (TIC) con equipo de proyección multimedia, pizarrones interactivos e instalación de dos módulos de videoconferencias para actividades académicas y vinculación, infraestructura propia del IIMM que se suma a la posibilidad de usar otros espacios del Centro de Operaciones de Videoconferencias de la UMSNH. El centro de cómputo cuenta con computadoras de escritorio con conectividad internet y programas informáticos especializados para labores docentes e

investigación. Se cuenta además con computadoras de alto rendimiento para estudios de simulación y modelado.

La infraestructura instalada en el Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales permite desarrollar investigación en metalurgia y materiales con aplicaciones estructurales y funcionales. Se dispone de diversos equipos para la síntesis, procesamiento y caracterización de materiales, así como la aplicación de métodos e investigación experimental en diferentes líneas de generación del conocimiento, agrupadas por áreas temáticas en nueve departamentos y laboratorios:

- Metalurgia Física
- Metalurgia Mecánica
- Metalurgia Extractiva
- Materiales Cerámicos y Refractarios
- Fundición
- Soldadura
- Fabricación de Aceros
- Ensayos no destructivos
- Materiales Compuestos

La mayoría de los equipos para caracterización de propiedades físicas, químicas y mecánicas son de uso común. Entre ellos destacan herramientas de microscopía electrónica, que comprende técnicas de barrido, transmisión, emisión de campo y fuerza atómica. De técnicas de caracterización termofísica, ensayos mecánicos y termo-mecánicos, ensayos no-destructivos, caracterización de polvos, química instrumental que incluye diversas herramientas de espectroscopía, laboratorio de difracción de rayos-X. De degradación y procesamiento de materiales.

7.2 Biblioteca y sistemas de información

Una condición mínima para el trabajo de los investigadores e imprescindible para la formación de los estudiantes del posgrado es el acceso a información actualizada. El Programa de Maestría dispone de una biblioteca con espacio de consulta y trabajo, provista con volúmenes especializados en metalurgia y materiales, con acervo en castellano e idiomas originales. El acervo incluye tesis y trabajos de titulación inéditos producidos en el IIMM. La biblioteca dispone de equipo de cómputo exclusivo con acceso institucional a bases de datos de editoriales internacionales especializadas. La capacidad de búsqueda y consulta de información se extiende a cualquier terminal de la red de cómputo de la dependencia y la Universidad. El acceso actualizado a revistas científicas electrónicas, artículos, libros, bancos de datos y sistemas de información. Garantizado a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICYT).

La Biblioteca se rige por el Reglamento General de Bibliotecas y el *Reglamento Interno de Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales (Anexo IV)*. A solicitud del usuario, la Biblioteca Central cuenta con vínculos de colaboración Inter bibliotecaria con centros documentales del país y el extranjero.

7.3 Recursos financieros

Los miembros del NAB cuentan con una amplia capacidad de gestión de recursos a través de proyectos de investigación financiados por diversas agencias como son la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, CONACYT, CECTI-Michoacán, Secretaria de Energía, Fondos Mixtos, PFCE, SEP-PROMEPE, entre otros; además de fondos internacionales.

Al ser un programa reconocido por su calidad por el PNPC-CONACYT, el Programa de Maestría cuenta con el financiamiento de becas para sus estudiantes durante cuatro semestres esto de acuerdo al techo financiero de CONACYT. Para favorecer la movilidad estudiantil, los estudiantes se benefician con becas complementarias en el esquema de becas mixtas de CONACYT, becas Santander y programas institucionales.

Los recursos para el gasto operativo anual del IIMM están incluidos en el presupuesto de egresos dictaminado por el H. Consejo Universitario de la UMSNH. Adicionalmente, existe un recurso de apoyo complementario al Programa de Maestría a través de la Coordinación de Posgrado de la UMSNH. Existe también un programa anual por convocatoria de la Coordinación Científica de la UMSNH para apoyo a proyectos de investigación, lo que ayuda a fondear los proyectos de los estudiantes del programa, además que aporta un fondo de mantenimiento menor por parte de los investigadores. Finalmente, existe apoyo institucional y aportaciones concurrentes a la gestión de fondos concursables de equipamiento mayor.

8. Normas complementarias

8.1 Disposiciones generales

Exposición de motivos

El presente reglamento formula normas explícitas para el adecuado funcionamiento del programa PNPC-0185 Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales, normas que regulan las actividades académicas y el desempeño de los profesores participantes y alumnos inscritos. Estas normas son adicionales a las estipuladas en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Artículo 1. El ordenamiento tiene como objeto regular el funcionamiento del Plan de Estudios del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales ofrecido en el Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales.

Artículo 2. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por:

Universidad: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH; Instituto: Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, IIMM; CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. PNPC: Programa Nacional de Posgrados de Calidad. Programa de Maestría/Programa: Programa PNPC Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales; SIIA: Sistema Integral de Información Administrativa; H. Consejo Técnico del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales; Director del Instituto: Director del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales; El Sub-Director Técnico: Sub-director Técnico del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales; Coordinador del Programa: Coordinador del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales; NAB: Núcleo Académico Básico del Programa de Maestría; Estudiantes: Los estudiantes inscritos al Programa de Maestría; LGAC: Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento.

8.2. De las Autoridades del Programa

Artículo 3. Las autoridades académicas del Programa de Maestría son:

- a) El Consejo General de Estudios de Posgrado
- b) El H. Consejo Técnico (que en el caso de los institutos es el H. Consejo Técnico, Art. 29 RGEP)
- c) El Director del Instituto (Arts. 21 y 30 RGEP)
- d) El Sub-Director Técnico
- e) El Coordinador del Programa
- f) El NAB y todos los tutores reconocidos y participantes en el Programa

Artículo 4. Son atribuciones del H. Consejo Técnico (que es el H. Consejo Técnico (Art. 22 RGEP):

- a) Elaborar o reformar las Normas complementarias de los programas de Posgrado propios;
- b) Proponer y analizar los nuevos Planes y Programas de Estudio y reformar los planes y programas vigentes;
- c) Atender al desarrollo de cada uno de los programas de posgrado que se ofrezcan y supervisar su cumplimiento;
- d) Opinar y dictaminar sobre los problemas que surjan en los programas de posgrado;
- e) Analizar y decidir sobre la incorporación y permanencia del personal académico de tiempo completo en los NAB de los programas de posgrado propios, con base en criterios de desempeño y cumplimiento académico e institucional, incluyendo el de la oportuna titulación de estudiantes;
- f) Proponer al Consejo General de Estudios de Posgrado, los egresados de los programas de Posgrado que cumplan con los requisitos establecidos para recibir la Medalla “Dr. Ignacio Chávez Sánchez”.

Artículo 5. El H. Consejo Técnico funcionará en pleno o en comisiones; sesionará en forma ordinaria al menos una vez por semestre y extraordinaria cuando lo estime necesario el director del

Instituto (Art. 25 RGEP). La inasistencia a las sesiones o no convocatoria conjunta, no obsta para la realización de las funciones del H. Consejo Técnico.

Artículo 6. El Coordinador del Programa será nombrado por el Director del Instituto. Es requisito que tenga nombramiento como profesor e investigador de tiempo completo y ser miembro del NAB del Programa. Su función se extenderá por dos años y registrará sus obligaciones y facultades mediante el RGEP vigente y Normas Complementarias del Plan de Estudios del Programa.

Artículo 7. El Director del Instituto es responsable de atender el desarrollo de las actividades del Programa de Maestría y vigilar su cumplimiento. Trabajarán en coordinación con el Coordinador del Programa para llevar a cabo las siguientes funciones:

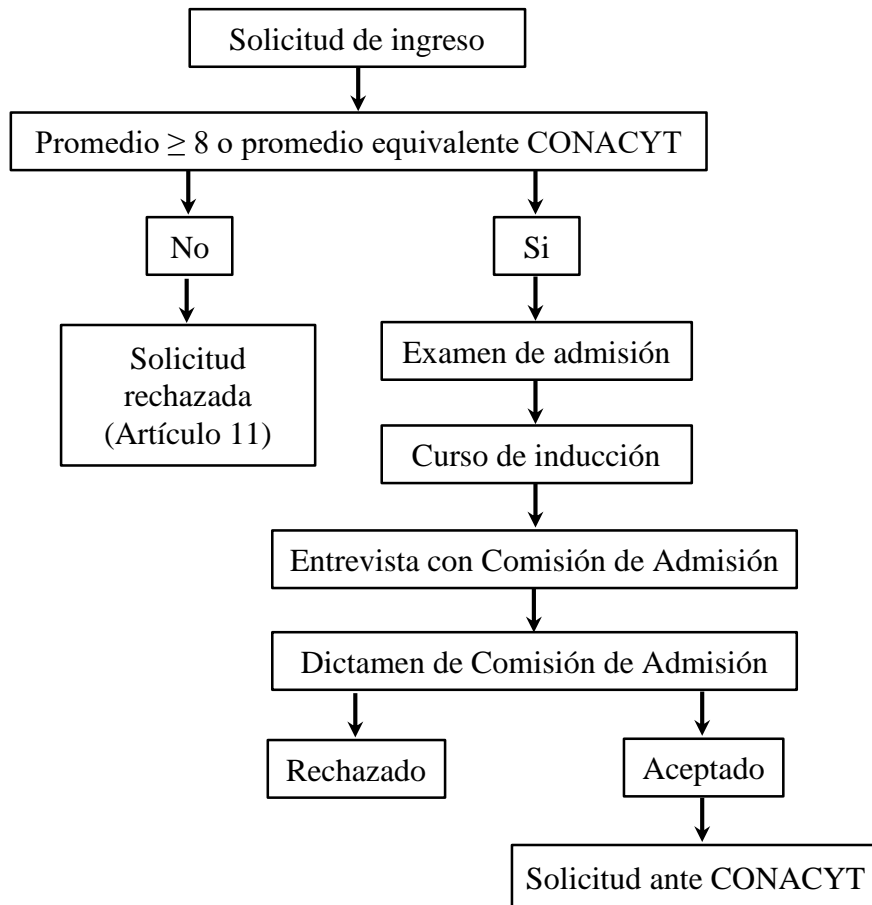
- a) Representar al Programa ante el Consejo General de Estudios de Posgrado y en los cuerpos colegiados que sean de su competencia;
- b) Acordar los términos de las convocatorias de ingreso al Programa en conjunto con el Sub-Director Técnico;
- c) Nombrar a la Comisión de Admisión de los aspirantes a ingresar al Programa;
- d) Asesorar y evaluar el desempeño académico de estudiantes y tutores en conjunto con el Sub-Director Técnico;
- e) Gestionar trámites del Programa ante CONACYT y otras Instituciones;
- f) Coordinar los trabajos de Evaluación de reconocimiento PNPC-CONACYT;
- g) Supervisar a los coordinadores de las Materias de Seminario de Investigación I y II; y
- h) Realizar difusión del Programa de Maestría.

8.3. Del proceso de admisión al Programa

Artículo 8. El proceso de admisión a la Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales comienza con la publicación de la **convocatoria**, la cual se recomienda sea publicada cuatro meses antes del inicio del semestre. El Programa publica dos convocatorias al año, para iniciar cursos formalmente en marzo y septiembre. La convocatoria debe mantenerse en permanente difusión y accesible en línea en la página del Instituto. En ella se establece la información básica del Programa: Objetivos, Duración, Líneas de investigación, Perfil de ingreso, Requisitos de admisión, Calendario, Becas y Datos de contacto.

El **proceso de selección** se establece como un mecanismo que posibilite la aceptación de los aspirantes con mayor perspectiva de éxito en el Programa; en función de su permanencia, dedicación al mismo y obtención del grado.

Diagrama de flujo del proceso de ingreso



Artículo 9. De los requisitos académicos.

Los aspirantes a ingresar al Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales deberán presentar a la Coordinación del Programa la siguiente documentación:

- a) Solicitud de intención firmada por el aspirante y dirigida al Director del Instituto, con copia para el Coordinador del Programa; i) donde exponga su trayectoria académica y profesional, así como sus distinciones, ii) la motivación por ingresar al Programa, y iii) sus expectativas de desarrollo una vez inscrito al Programa. Debe mencionar su disponibilidad de tiempo para dedicar al Programa, así como declarar que conoce y está de acuerdo con las metas del mismo.

- b) Título de Licenciatura o comprobante de titulación en áreas de ingeniería o ciencias. En su defecto, prueba fehaciente de que el aspirante está próximo a obtener el grado. En caso de ser aceptados al Programa, la flexibilidad en la entrega del documento: Título de Licenciatura está condicionada por los tiempos que establezca la Dirección de Control Escolar de la Universidad. Quienes provengan de una carrera no afín a éstas, pueden aplicar al proceso de admisión para valoración de sus conocimientos y aptitudes.
- c) Certificado de calificaciones que acredite un promedio mínimo general de 8.0 en escala de cero a diez durante la carrera, o en su defecto el promedio equivalente CONACYT.
- d) *Currículum vitae* en extenso con documentos probatorios.
- e) Tres cartas de recomendación en el formato disponible en el portal de internet del Programa de Maestría. Las cartas deberán estar en un sobre cerrado, por separado, y con la firma autógrafa del emisor en el sello del sobre.
- f) Presentar comprobante con el resultado del examen EXANI III de CENEVAL con fecha no anterior a seis meses con una puntuación mínima de 950. En su defecto, presentar evidencia de que presentará este examen en fecha próxima y que el resultado estará disponible para su consideración antes del término del proceso de admisión.
- g) Comprobante que acredite el dominio del idioma inglés a un nivel intermedio, emitido por una autoridad reconocida, como puede ser el Departamento de Idiomas de la Universidad, Departamento de idiomas de la institución de procedencia o a través de una evaluación TOEFL con una puntuación mínima de 400.
- h) Acta de nacimiento, original y copia.
- i) Dos fotografías tamaño infantil.

Artículo 10. De los requisitos para aspirantes del extranjero.

Los estudiantes extranjeros que desean ingresar al Programa deberán cumplir con los mismos requisitos de admisión que los aspirantes mexicanos (Artículo 9), salvo que los documentos probatorios: *i*) Acta de nacimiento, *ii*) Comprobante de titulación y *iii*) Certificado de calificaciones de los estudios realizados en el extranjero, deben estar apostillados por el Ministerio de Relaciones Exteriores del país de origen. Se requiere además Carta de antecedentes no penales con apostillado.

Con relación al examen EXANI III de CENEVAL, para los solicitantes extranjeros, la Comisión de Admisión establecerá los criterios para valorar este requisito en términos de méritos curriculares.

Para la expedición de los documentos necesarios para el trámite administrativo del permiso migratorio para realizar estudios en México, consultar directamente al Coordinador del Programa y al Sub-Director Técnico del Instituto.

Artículo 11. El Coordinador del Programa tiene la responsabilidad de verificar de manera compulsoria que los aspirantes cumplan el promedio mínimo de 8.0 o promedio equivalente CONACYT, para ser elegibles de una beca CONACYT. En casos excepcionales, donde los solicitantes sean **estudiantes titulados** con un promedio inferior al promedio equivalente de CONACYT, el Coordinador del Programa podrá recibir la solicitud y admitir la solicitud en el proceso de selección. En función de su rendimiento en este proceso, la Comisión de Admisión presentará la propuesta de admisión al primer semestre del Programa **sin goce de beca CONACYT**, la cual deberá ser evaluada, dictaminada y aprobada por el H. Consejo técnico.

Durante el primer semestre el estudiante será supervisado por el Coordinador del Programa y la Comisión de Admisión y para continuar sus estudios en el programa, el estudiante deberá aprobar tres (3) materias fundamentales con una calificación mínima de 8.0 cada una, de lo contrario causará baja del programa. Una vez cumplido este requisito, el estudiante será elegible a la modalidad de *promedio recuperado* mínimo de 8.0 establecido por CONACYT, y será candidato para ser propuesto por el Coordinador del Programa para obtener beca de CONACYT por los siguientes tres semestres. Una vez asignada la beca, el alumno tendrá derecho entonces a elegir un Director de Tesis y en conjunto presentarán un plan de trabajo a la Comisión de Admisión para su aval, quien deberá enterar al H. Consejo Técnico.

Artículo 12. Los estudiantes presentarán un examen de admisión que valora fundamentos básicos pertinentes al Programa. El examen está dividido en cuatro disciplinas: Metalurgia física, Termodinámica, Matemáticas y Química. La guía de estudio estará disponible en el portal de internet del Instituto al momento de la publicación de la convocatoria. Los exámenes serán elaborados y calificados por los profesores que el Coordinador del Programa asigne; estos exámenes son de utilidad para el diagnóstico de la Comisión de Admisión respecto a los antecedentes académicos del candidato. En el caso de los estudiantes extranjeros, de no ser posible la aplicación del examen, la Coordinación del Programa tiene la facultad de permitir que continúen con el proceso de admisión en base a la evaluación curricular del aspirante.

Artículo 13. El aspirante deberá asistir al **curso de inducción** al Programa, consistente en cuatro cursos introductorios en las áreas de Metalurgia física, Termodinámica, Comportamiento mecánico de materiales y Química. La duración del curso de inducción es de cuatro semanas (20 horas/curso) y es impartido por los profesores que el Coordinador del Programa designe. El propósito de los cursos de inducción es introducir al aspirante en la temática propia del Programa y valorar su capacidad de asimilación de conocimiento mediante evaluación al final del curso. Cuando se estime conveniente, con autorización previa del H. Consejo Técnico, la Coordinación del Programa podrá cambiar las materias motivo del curso de inducción.

Similar que, con el requisito de examen de admisión, en el caso de los estudiantes extranjeros, cuando las circunstancias de desplazamiento y financiamiento no permitan su asistencia al curso de inducción, la Coordinación del Programa tiene la facultad de permitir que continúen con el proceso de admisión en base a la evaluación curricular del aspirante.

Artículo 14. Los candidatos serán entrevistados por la Comisión de Admisión formada por tres Profesores designados por el H. Consejo Técnico a solicitud del Coordinador del Programa. Durante la entrevista, la Comisión de Admisión dispondrá de los expedientes completos de los candidatos, incluyendo las calificaciones de los exámenes de admisión y curso de inducción. La Comisión de Admisión indagará aspectos pertinentes a la formación académica, experiencia profesional y personal del candidato. La entrevista permitirá valorar el interés, motivación y aspiraciones de cada candidato por ingresar al Programa de Maestría, así como detectar posibles factores que pudieran afectar el rendimiento del estudiante, en caso de ser aceptado.

En el caso de los aspirantes extranjeros, la Comisión de Admisión evaluará el *Curriculum Vitae* con documentos probatorios del aspirante. Si la Comisión de Admisión lo considera pertinente, se podrá realizar la entrevista a distancia vía remota.

Artículo 15. En base a los recursos del proceso de admisión, la Comisión analizará y dictaminará sobre la idoneidad de los candidatos que cumplan con el perfil deseable para enrolarse en el Programa, e informará por oficio los resultados al Director del Instituto previo a su publicación.

Artículo 16. El proceso de admisión culmina con la asignación del Director de Tesis de proyecto de tesis. Para tal motivo, los alumnos aceptados serán citados por la Coordinación del Programa a un seminario obligatorio en donde, aquellos profesores que estén en posibilidad de atender estudiantes expondrán sus líneas de investigación y particularizarán sobre proyectos específicos de interés. Después de atender los seminarios de Profesores, los estudiantes pueden tener acercamiento con el o los Profesores que cubran sus expectativas e intereses de estudio para elegirle como Director de tesis.

Una vez elegido el Director de tesis, éste deberá elaborar un Plan de Trabajo que incluya las materias a cursar, el protocolo del proyecto, la programación calendarizada de actividades -incluyendo la posibilidad de estancias-, y la justificación de participación de Codirectores o colaboradores, si existieran. Considerar que un estudiante no podrá tomar más del 50% de los cursos -obligatorios y de especialización- con su Director de tesis. Este documento deberá entregarse firmado al Coordinador del Programa antes de iniciar el semestre escolar y se anexará al expediente del alumno.

Artículo 17. Para la asignación de Director de tesis, es conveniente tener en consideración las recomendaciones de PRODEP y PNPC-CONACYT, respecto al número máximo de estudiantes asesorados que un profesor puede tener como Director de tesis. Las recomendaciones a este

respecto serán valoradas por la Coordinación del Programa en conjunto con la Dirección del Instituto. Cuando el caso lo amerite, deberá hacerse de conocimiento del H. Consejo Técnico para su análisis y dictamen.

8.4 Permanencia y seguimiento de estudiantes

Artículo 18. Para permanecer inscrito en el programa de la maestría es necesario:

- a) Cumplir con las actividades académicas que determine el plan de estudios en los plazos establecidos, tales como:
 - i) Cursar y aprobar las asignaturas en las que se haya inscrito;
 - ii) Presentar y aprobar los seminarios correspondientes;
 - iii) Desarrollar de manera ininterrumpida las actividades de investigación relacionadas con su trabajo de tesis;
 - iv) Presentar al Coordinador del Programa un informe semestral avalado por el Director de tesis respecto de los avances de su Plan de Trabajo académico. Este informe debe ser presentado en el Formato que CONACYT tiene diseñado para este fin en un plazo no mayor a 10 días después de finalizado el semestre;
 - v) Dedicar tiempo completo al programa en las instalaciones de la dependencia o en su caso, en el espacio destinado para la ejecución de su proyecto de tesis.

- b) Conducirse con respeto hacia sus compañeros, profesores, personal e instalaciones de la dependencia.

- c) Observar la reglamentación Universitaria.

Artículo 19. Cuando el estudiante no aprueba una actividad académica, deberá inscribirse y cursarla nuevamente en el periodo semestral inmediato. De no aprobar la materia en su segunda oportunidad, causará baja del programa. La no inscripción a una actividad no aprobada amerita baja del programa. En caso de no aprobar dos cursos en un mismo semestre, el estudiante causa baja del Programa.

Artículo 20. El límite de tiempo para estar inscrito en el Programa de Maestría será como **máximo cinco semestres**. Los alumnos deberán titularse durante su permanencia como estudiantes inscritos. Después de este tiempo no es posible titularse del Programa.

Artículo 21. En conformidad con el Art. 79 del RGEP, se procederá a la baja definitiva cuando el alumno incurra en cualquiera de las situaciones que se señalan a continuación:

- a) Por renuncia escrita del interesado;

- b) Por falta de inscripción en el periodo escolar correspondiente, sin la autorización del H. Consejo Técnico de la División respectiva;
- c) Por vencimiento del plazo máximo señalado por este reglamento para estar inscrito en los estudios de posgrado;
- d) Por resolución dictada por el H. Consejo Técnico, derivada del incumplimiento de las actividades académicas que se indican en los planes de estudio respectivos;
- e) Cuando el alumno haya entregado documentos falsos y/o no haya cumplido con los requisitos administrativos señalados;
- f) Y otras que marca la legislación universitaria vigente.

Artículo 22. El proyecto de investigación constituye el instrumento central de la estrategia de acompañamiento del estudiante. Las actividades de titulación se evalúan con apoyo de la tutoría y el registro del estudiante a través de los Seminarios de Investigación I y II, y el curso Escritura de Tesis, como establece el mapa curricular. Estas actividades se respaldan con el *Anexo I: Criterios de elegibilidad y funciones de Comités Tutoriales y obligaciones de alumnos tutorados del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales; Anexo II: Reglamento interno del Primer Curso-Seminario de investigación; y Anexo III: Reglamento interno del Segundo Curso-Seminario de investigación.*

8.5. Obtención del grado

Artículo 23. Para la obtención del grado de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales se considera la normatividad institucional establecida en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, artículo 89, razón por la cual el participante deberá concluir el 100 % de los créditos, incluyendo la entrega de la Tesis a evaluación colegiada, y defensa de la misma en examen de grado; además de permanecer inscrito y cumplir con los requisitos establecidos en el Programa.

Artículo 24. Cuando el manuscrito de tesis esté terminado, el estudiante entregará al Director del Instituto un oficio del Director de Tesis en donde manifieste haber revisado el manuscrito y estar conforme con su contenido y forma para solicitar la Mesa Sinodal, además deberá entregar cinco tantos del manuscrito sin encuadernar. La Dirección del Instituto a través de la Sub-Dirección Técnica y en acuerdo con el coordinador del Programa, designaran un Comité Sinodal constituido por cinco evaluadores vocales y un evaluador suplente. Esta Comité Sinodal estará integrado por el Director de Tesis y los tres miembros del Comité Tutorial del estudiante (quienes son designados en la Sección 8.8) actuarán como vocales; un quinto vocal y el suplente pueden ser investigadores del Instituto, de la Universidad o de instituciones externas. La designación del Comité se deberá realizar dentro de los tres días hábiles posteriores a la entrega del manuscrito de tesis.

El Comité Examinador realizará la revisión del manuscrito de tesis con el espíritu del rigor científico e indicará al alumno, en un plazo máximo de 15 días hábiles, las correcciones recomendadas. El estudiante efectuará las correcciones indicadas y regresará el manuscrito de tesis corregido al Comité para que éste, mediante sus atributos en la plataforma informática SIIA, haga saber a la Dirección del Instituto la aprobación del manuscrito de tesis. Una vez que el estudiante haya llevado a cabo exitosamente su revisión de expediente en la Dirección de Control Escolar de la Universidad, la Dirección del Instituto está entonces en condiciones de autorizar y programar fecha para la realización del Examen de Grado. El alumno entregará dos tantos de la versión final de la Tesis de Grado debidamente encuadernada para uso de la biblioteca del Instituto, y entregará la versión final encuadernada a cada uno de los sinodales de tesis.

Artículo 25. El estudiante candidato al grado de Maestría disertará y defenderá su Tesis de grado ante el Comité Examinador conforme a la normativa descrita en los Artículos 99, 100 y 101 del Reglamento General de Estudios de Posgrado. Si el fallo del Comité Examinador es aprobatorio, se procederá a levantar el Acta de Examen correspondiente y tomará protesta al sustentante. Una vez cumplido con el procedimiento aquí establecido, el sustentante es aceptado en el Grado de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales. En caso de que el fallo del Comité Examinador fuese reprobatorio, el maestrante podrá presentar la defensa de su tesis, ante el mismo Comité Examinador, por una segunda y última vez, dentro de un período de seis meses bajo autorización del H. Consejo Técnico.

Artículo 26. En aquellos casos en que el trabajo de investigación, la tesis realizada, la disertación y la defensa sobre el trabajo de investigación sean de excepcional calidad, a propuesta de un miembro del Comité Examinador y con la aprobación unánime del mismo, se podrá conceder el Grado de Maestro en Ciencias en Metalurgia y Ciencias de los Materiales con Mención Honorífica, siempre y cuando se cumplan los requisitos que se establecen en el Artículo 88 del RGEP.

Artículo 27. El contenido y formato del manuscrito de Tesis de grado deberá apegarse a la normativa propuesta en el *Anexo V: Reglamento interno de la Estructura y Formato de la Tesis de grado del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales*. El idioma oficial del manuscrito es el español/castellano; sin embargo, en el caso de estudiantes extranjeros será válido la redacción del manuscrito de Tesis en inglés, pero bajo el mismo contenido y formato.

8.6 Pertenencia y permanencia en el NAB del Programa

El personal académico que participa en el Programa estará conformado por los integrantes del NAB, co-responsables académicos, codirectores y profesores invitados. Un Profesor del NAB que tenga a su cargo la dirección de tesis de un estudiante será el tutor o Director de Tesis del mismo.

Artículo 28. Para **pertenecer** al NAB se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Los académicos deben tener como mínimo el grado que otorga el programa.
- b) Ser Profesor e Investigador de Tiempo Completo en activo.
- c) Los profesores deben de tener un perfil pertinente y habilitación, según el área del conocimiento del programa.
- d) Los Profesores e Investigadores deben tener una experiencia demostrable en investigación, evidenciada a través de productos académicos recientes en los últimos cinco años, considerados en los programas federales de reconocimiento de calidad académica, en el área del conocimiento de su formación y asociada al programa. El cual deberá ser demostrado por alguno de los siguientes productos:
 - i) Artículos de investigación original publicados en revistas arbitradas e indizadas.
 - ii) Libros y/o capítulos de libros científicos y de texto con ISBN.
 - iii) Patentes registradas y en proceso de explotación.
 - iv) Desarrollos tecnológicos; Prototipos experimentales.
- e) Los profesores deberán contar con el reconocimiento como profesor y/o investigador de programas federales como que constaten su calidad académica, o su equivalente en el caso de los investigadores externos.

Artículo 29. Una vez realizada la evaluación a los Profesores del NAB, el Coordinador del Programa en conjunto con el Presidente del H. Consejo Técnico, comunicarán por escrito al Profesor dictaminando sobre la pertenencia y periodo de vigencia como integrante del NAB. El periodo de vigencia como miembro del NAB será de 4 años a partir de la aprobación de la reforma del programa en el HCU. Sin embargo, un profesor que cumpla con los requisitos establecidos en el ARTICULO 53 del RGEP de la UMSNH podrá solicitar su ingreso en cualquier momento al H. Consejo Técnico quien dictaminará y en su caso aprobará la solicitud.

Artículo 30. En caso de falta grave de un Profesor a la normatividad del Programa, a la normatividad vigente del RGEP o al estatuto universitario; su permanencia en el NAB participante académico del Programa deberá ser evaluada y sancionada por el H. Consejo Técnico.

8.7 Del Director de Tesis

Artículo 31. El Director de Tesis será el responsable y encargado directo de la formación del estudiante. Es responsable del proyecto de investigación que soporta el desarrollo académico del estudiante.

Para poder participar como Director de tesis en el Programa se requiere:

- a) Pertenecer al NAB o ser profesor del Instituto;
- b) Contar con la infraestructura para el desarrollo de los proyectos de investigación;
- c) Contar con financiamiento para el proyecto de investigación al que se incorporará el estudiante de Maestría;
- d) Presentar una carta compromiso en la que establece la obligación de coordinar las actividades académicas del estudiante, la presentación semestral de los avances correspondientes en los tiempos y formatos que señala el Programa y, cumplir con la dirección del trabajo de investigación hasta su culminación con la obtención de grado;
- e) No tener parentesco en primer y segundo orden con el estudiante;
- f) Salvo casos especiales avalados con documentación de titulación oportuna y productividad académica que indique una capacidad de dirección excepcional, un Director de tesis podrá estar asesorando de manera simultánea hasta siete tesis. Cada PTC en su carácter de Director de Tesis podrá atender en forma simultánea 4 alumnos en el Programa de Maestría y 3 en el Programa de Doctorado.

Artículo 32. Del codirector de tesis. El establecimiento de codirección de tesis responde a la necesidad de coordinar los esfuerzos interdisciplinarios en torno al trabajo de investigación del estudiante y fomentar la colaboración entre miembros de un mismo CA y entre cuerpos académicos al interior y al exterior del IIMM. El codirector será el corresponsable de la formación del estudiante, teniendo como obligación la corresponsabilidad del proyecto de investigación que soporta el desarrollo académico del estudiante. La participación de un codirector se debe definir y justificar desde la elaboración del Plan de Trabajo del estudiante; es recomendable que se anexe una carta compromiso donde el codirector acepta su participación en la formación del estudiante.

Artículo 33. El único requisito para los profesores miembros y/o corresponsables del NAB para actuar como Codirector de Tesis es la justificación escrita de su grado de participación en el Plan de Trabajo del estudiante. La posibilidad de codirección de tesis será evaluada por el Coordinador del Programa y la Dirección del Instituto, y avalada por el H. Consejo Técnico cuando así sea conveniente. El codirector interno está obligado a participar en las actividades académicas del Comité Tutorial del estudiante.

Artículo 34. Para que un profesor de otra dependencia de la UMSNH u otra Institución de Educación Superior pueda ser codirector de tesis, deberá poseer al menos el grado de Maestro en Ciencias o su equivalente; debe contar con nombramiento de Perfil deseable PRODEP y/o ser miembro del SNI; debe ser propuesto y justificada su participación en el Plan de Trabajo; y entregar copia de su *Curriculum Vitae* a la Coordinación del Programa. La posibilidad de codirección será evaluada por la Dirección del Instituto a propuesta del Coordinador del Programa y ser avalada por el Consejo Interno cuando así sea conveniente. Una vez aceptada su participación, el codirector externo está obligado a participar en las actividades académicas del Comité Tutorial del estudiante.

Artículo 35. En ausencia del director de tesis, el codirector será responsable de la coordinación de las actividades académicas del estudiante, situación que no podrá exceder de dos semestres. Cuando el codirector sea un profesor investigador externo al IIMM o no exista la figura de un codirector, el H. Consejo Técnico nombrará un responsable suplente que preferentemente debe ser miembro del mismo Departamento de Investigación o Cuerpo Académico que el director de tesis del estudiante.

8.8 Comité Tutorial

Artículo 36. Constitución del Comité Tutorial. El *Anexo I: Criterios de elegibilidad y funciones de Comités Tutoriales y obligaciones de alumnos tutorados del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales*, establece que el Comité Tutorial quedará integrado por 3 miembros del NAB y/o corresponsables académicos del Programa y será el encargado del seguimiento y evaluación del desarrollo del estudiante. El Comité Tutorial será designado por la Comisión de Admisión teniendo en consideración el Plan de Trabajo de cada estudiante. Los comités designados serán presentados junto con el Plan de Trabajo de cada estudiante ante el H. Consejo Técnico para su conocimiento y ratificación.

Artículo 37. De las funciones del Comité Tutorial. Las funciones del Comité Tutorial se fundamentan en el *Anexo I: Criterios de elegibilidad y funciones de Comités Tutoriales y obligaciones de alumnos tutorados del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales; Anexo II: Reglamento interno del Primer Curso-Seminario de investigación; y Anexo III: Reglamento interno del Segundo Curso-Seminario de investigación.*

Artículo 38. De la modificación del Comité Tutorial. El Comité Tutorial podrá ser modificado a solicitud del director de Tesis responsable y con el aval del H. Consejo Técnico de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Deberá ser solicitado mediante escrito por el director de tesis del estudiante a la Coordinación del Programa argumentando las razones de la modificación propuesta;
- b) Procede por incumplimiento de los tutores a su función como integrante del Comité Tutorial de acuerdo con lo establecido en el Artículo 37 de esta normatividad;
- c) Procede por no presentarse a los Seminarios de Investigación I y/o II del estudiante sin razón o justificación alguna;
- d) Cuando un miembro de un Comité Tutorial se ausente de sus actividades del Programa con permiso del H. Consejo Técnico, la Comisión de Admisión nombrará a un nuevo miembro para sustituirlo. El Profesor que participe como sustituto se incluirá también en la mesa de sinodales que revisará

el manuscrito de tesis del candidato. Si el miembro del Comité Tutor regresa a sus actividades antes de la obtención del grado del tutorado, este se podrá integrar a sus funciones en la Comisión.

8.9 Flexibilidad del Plan de Estudios

La estructura curricular del Programa permite al estudiante seleccionar trayectorias de estudio de acuerdo con sus intereses en investigación; intervenir en actividades de movilidad; participar de cursos curriculares con profesores invitados y/o externos; compartir actividades académicas con estudiantes visitantes; entre otros.

Artículo 39. Los estudiantes que hayan aprobado sus materias fundamentales podrán optar por cursar los cursos de especialización que más convengan a su línea de investigación como establece su Plan de Trabajo. Las materias de especialización pueden ser cursadas en el IIMM, alguna otra dependencia de la Universidad, u otra institución nacional o internacional de prestigio; siendo en cualquiera de los casos igualmente validada la calificación obtenida, y responsabilidad de la Coordinación del Programa y Dirección del Instituto, la gestión administrativa de reconocimiento y registro de los créditos correspondientes en la plataforma académica SIIA. En el caso de instituciones externas a la UMSNH deberá existir preferentemente un convenio de colaboración académica.

Artículo 40. Profesores de reconocido prestigio de otras instituciones pueden impartir cátedra y/o formar parte de la mesa de sinodales designada para revisión de tesis y disertación de grado; para tal motivo, la Coordinación del Programa, en conjunto con la Administración del Instituto, deberán realizar el trámite administrativo para el debido registro del profesor en la plataforma universitaria SIIA. Profesores Invitados del Programa serán aquellos que colaboren con el mismo, impartiendo asignaturas o materias optativas en la flexibilidad que permiten los Tópicos Selectos del mapa curricular, co-tutorando alumnos y participando en las mesas sinodales de revisión de tesis.

Artículo 41. El Programa apoya la movilidad e intercambio académico nacional e internacional que ofrece el CONACYT para los estudiantes de maestría a través de becas mixtas y otras convocatorias, así como la movilidad que fomenta el IIMM con otras unidades académicas por convenios varios con la finalidad de realizar estancias académicas y prácticas de trabajo de campo durante los estudios. Estas actividades se podrán realizar durante el tercer o cuarto semestre, preferentemente, siempre y cuando estén avaladas por el Director de Tesis, con el conocimiento de la Coordinación del Programa y autorizadas por la Administración del IIMM.

Las actividades de movilidad podrán tener efecto en el país o en el extranjero, y tendrán una duración máxima de seis meses. Se consideran acciones de movilidad aquellas actividades académicas y/o industriales que incluyen:

- a) Cursos de especialización;

- b) Trabajo experimental;
- c) Entrenamiento técnico.

Al término de la estancia el estudiante debe reportar por escrito a la Coordinación del Programa el cumplimiento de las actividades contempladas.

Artículo 42. En correspondencia a la movilidad a otras instituciones, los estudiantes del Programa podrán participar de actividades conjuntas con estudiantes visitantes. Un estudiante visitante será aquel que no esté inscrito en Programas del IIMM, pero debe estar inscrito en un programa de posgrado nacional o extranjero. Las actividades en que puede participar un estudiante visitante son:

- a) Asistir a cursos curriculares;
- b) Participar en actividades de investigación;
- c) Participar en actividades académicas;
- d) Deberá observar una conducta acorde a la normativa universitaria.

Para integrarse como estudiante visitante deberá solicitarse por escrito a la Coordinación del Programa y Administración del Instituto por el director de tesis y/o Administración del posgrado de procedencia.

Artículo 43. Bajo circunstancias justificadas, la Coordinación del programa y la Administración del Instituto podrán autorizar que el estudiante cambie de proyecto de investigación siempre y cuando no haya sido evaluado en su Seminario de Investigación I. Posterior a ello, solo es posible ajustar contenido de investigación bajo el aval del Comité Tutor siempre y cuando se esté dentro de la misma línea de investigación.

8.10 Investigación

Artículo 44. De la evaluación de las LGAC del Programa. El H. Consejo Técnico establecerá un periodo de evaluación de las LGAC al menos una vez cada cuatro años y como resultado de ésta, podrá determinar la pertinencia de la LGAC y podrá plantear el cierre temporal o definitivo de la LGAC, la cual se llevará a cabo cuando el programa se someta a revisión.

Artículo 45. El H. Consejo Técnico podrá establecer la reapertura de una LGAC previa solicitud por miembros del NAB en el momento que se cumplan con los criterios establecidos en el Artículo 44 y que demuestre la demanda de estudiantes, sometiendo la propuesta al H. Consejo Técnico. Esta propuesta deberá ser realizada cuando el programa se someta a revisión.

Artículo 46. Los miembros del NAB en cualquier momento podrán solicitar su ingreso a una de las LGAC ya establecidas, siempre y cuando no rebase un máximo de tres LGAC y demuestre productividad en dicha LGAC.

8.11. Evaluación

Artículo 47. La vigilancia del desempeño docente y la productividad académica de los profesores del Programa será por evaluación trianual y estará a cargo de la Coordinación del Programa y la Dirección del Instituto, como se establece en los Artículos 28, 29 y 30, lo que se informará y reportará al H. Consejo Técnico para su aval. Las mismas autoridades tendrán vigilancia de las actividades del Director de Tesis de acuerdo con lo señalado en el Artículo 31; y de las actividades de los Comités Tutoriales, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 36.

Artículo 48. La revisión y actualización del Plan de Estudios se realizará cada cuatro años a partir de la aprobación del presente Reglamento. Cualquier cambio a la normativa deberá ser avalado por el H. Consejo Técnico.

Transitorios

Primero. El presente Plan de Estudios se apega estrictamente al Mapa Curricular vigente. Su aplicación y ajustes son válidos a partir de su aprobación por el H. Consejo Técnico del IIMM.

Segundo. Cualquier situación no prevista en las normas complementarias se resolverá por la Coordinación del Programa en conjunto con la Dirección del Instituto, y deberá ratificarse por el H. Consejo Técnico del IIMM, atendiendo siempre a la normatividad universitaria vigente y a toda reglamentación legalmente aplicable.

Anexo I: Criterios de elegibilidad y funciones de Comités Tutoriales y obligaciones de alumnos tutorados del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales.

CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD Y FUNCIONES DE COMITÉS TUTORIALES Y OBLIGACIONES DE ALUMNOS TUTORADOS DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

ANTECEDENTES: Los COMITÉS TUTORIALES en programas de posgrado de calidad se encuentran contemplados en el Marco de Referencia para la Evaluación y Seguimiento de Programas de Posgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Subsecretaría de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para Programas de Posgrado con Orientación a la Investigación (Criterios 2.2 Evaluación del desempeño académico de los estudiantes, 4.1 Seguimiento de la trayectoria escolar y 6.1 Programa de tutorías), así como en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado (RGEP) de la UMSNH (Capítulo. IV, referente a Personal Académico, Tutoría y Comités Tutoriales), con la finalidad de asegurar la calidad del posgrado mediante un programa permanente de seguimiento de la trayectoria de los estudiantes desde su ingreso, contemplando su permanencia y hasta su egreso, que orienten al estudiante durante toda su trayectoria escolar y que permita un análisis sistemático de la problemática del estudiante, así como las medidas para solucionarla.

I. CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD para la designación de COMITÉS TUTORIALES de alumnos del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales (IIMM) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1. Los COMITÉS TUTORIALES de alumnos del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales estarán integrados por tres Profesores e Investigadores de Tiempo Completo con grado académico mínimo de maestría.
2. Los COMITÉS TUTORIALES se integrarán preferentemente con Profesores e Investigadores de tiempo completo adscritos al IIMM-UMSNH.
3. Podrá integrarse al COMITÉ TUTORIAL un Profesor e Investigador de tiempo completo de programa externo afín con la LGAC del proyecto de investigación del alumno de Maestría.
4. Uno de los integrantes del COMITÉ TUTORIAL deberá pertenecer al mismo Departamento y/o Cuerpo Académico del Director de Tesis del alumno de Maestría.

5. Al menos dos de los integrantes del COMITÉ TUTORIAL deberán desarrollar LGACs acordes al proyecto de investigación del alumno de Maestría.
6. Los COMITÉS TUTORIALES de alumnos del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales serán designados por la COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA una vez que el alumno sea ACEPTADO en el Programa, luego de haber superado el proceso de selección, y posteriormente ratificados por el CONSEJO ACADÉMICO del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales.

II. Las **FUNCIONES ESPECÍFICAS** del COMITÉ TUTORIAL de alumnos del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales (IIMM) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, son las siguientes:

1. El COMITÉ TUTORIAL tiene funciones básicas de seguimiento de la trayectoria escolar del alumno de Maestría, desde su ingreso hasta la obtención del grado.
2. El COMITÉ TUTORIAL tiene funciones de asesoría académica y tutoría humanística del alumno de Maestría, desde su ingreso hasta la obtención del grado.
3. Los miembros del COMITÉ TUTORIAL están obligados a prestar asesoría académica al alumno de Maestría tutorado cuando este así lo requiera, y bajo el conocimiento de su Director de tesis.
4. El COMITÉ TUTORIAL tendrá, al menos una reunión durante el semestre, con el alumno de Maestría.
5. El COMITÉ TUTORIAL deberá entregar un reporte escrito de la trayectoria escolar del alumno de Maestría semestralmente, basado en las actividades académicas y avance de proyecto de investigación, a la Coordinación de Maestría del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas con copia al Director de Tesis y alumno.
6. El COMITÉ TUTORIAL tendrá la función de COMITÉ DE EVALUACIÓN en el marco de CURSOS SEMINARIOS DE INVESTIGACION I y II.

III. **OBLIGACIONES** del Alumno de Maestría (TUTORADO) respecto al COMITÉ TUTORIAL:

1. El alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ TUTORIAL reportes escritos semestralmente de sus actividades académicas y avance de proyecto de investigación.
2. El alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ TUTORIAL, al final del PRIMER SEMESTRE, reporte escrito de REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL (PARTE I) de su proyecto de investigación.

3. El alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ TUTORIAL, al final del SEGUNDO SEMESTRE, reporte escrito de REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL (PARTE II) de su proyecto de investigación.
4. El alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ TUTORIAL, al final del TERCER SEMESTRE, reporte escrito de AVANCE DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN de su proyecto de investigación.
5. El alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ TUTORIAL, al final del CUARTO SEMESTRE, reporte escrito de RESULTADOS Y DISCUSIÓN, así como de CONCLUSIONES PARCIALES de su proyecto de investigación.
6. En el marco de CURSOS SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN I Y II, el alumno de Maestría deberá entregar a su COMITÉ DE EVALUACIÓN reporte escrito asociado con su presentación oral, con enfoque de REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL en el CURSO SEMINARIO DE INVESTIGACION I, y de RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES en el CURSO SEMINARIO DE INVESTIGACION II.

Anexo II: Reglamento interno del Primer Curso-Seminario de investigación

MAESTRÍA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
PROGRAMA CONACYT/PNPC-0185
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN METALURGIA Y MATERIALES
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

REGLAMENTO INTERNO DEL PRIMER CURSO-SEMINARIO DE INVESTIGACION

Todo estudiante regular adscrito al programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales deberá presentar un **primer seminario de investigación** de su proyecto de tesis en el **segundo semestre** del programa, con fecha asignada por el coordinador de seminarios. Requisito previo a la presentación oral del seminario, el estudiante preparará un manuscrito técnico bajo las condiciones a continuación descritas.

1. El estudiante entregará al Comité Tutorial designado, y con seis semanas de anticipación a la presentación oral bajo calendario establecido, un manuscrito que describa los aspectos científicos más importantes de su tema de investigación conforme el siguiente formato:
 - i) Título
 - ii) Resumen
 - iii) Introducción
Objetivos
Justificación
Hipótesis
Metas científicas
 - iv) Revisión y discusión del estado del arte
 - v) Metodología experimental
 - vi) Cronograma de actividades
 - vii) Referencias bibliográficas

La extensión del documento será de 20 a 30 cuartillas, cumpliendo las siguientes indicaciones:

a) Título

El título debe describir clara y concisamente el proyecto de tesis.

b) Introducción

La introducción debe describir lo que se pretende lograr, especificando el problema investigado. Debe contener objetivos, justificación, hipótesis y metas científicas.

c) Revisión y discusión del estado del arte

Esta sección deberá resumir investigación relevante para proveer el contexto y explicar lo que otros autores han encontrado, y que están en su caso siendo confrontados o extendidos.

d) Desarrollo experimental

Una vez establecido el estado del arte y justificado el proyecto, el estudiante establecerá la metodología a seguir para lograr el objetivo general de la propuesta y los objetivos particulares. La propuesta debe contemplar los parámetros y variables experimentales, así como las técnicas e infraestructura a utilizar.

e) Cronograma de actividades

El estudiante en acuerdo con su Director de Tesis elaborará un cronograma de actividades académicas y de investigación a realizar durante su estancia de Maestría. Este plan de trabajo debe estar encausado a tener los créditos académicos y el manuscrito de tesis al término del cuarto semestre en la fecha que indique el calendario emitido por el Departamento de Control Escolar y poder iniciar a partir de ese momento el trámite de titulación.

f) Referencias bibliográficas

Las referencias deberán de ser presentadas en un formato consistente utilizando el sistema numérico, de acuerdo con el reglamento de tesis (Anexo V).

El comité evaluador deberá emitir, **en una semana a partir de la fecha de entrega del manuscrito**, un dictamen del mismo. En caso de ser aprobatorio, se procederá con la presentación oral del seminario en la fecha calendarizada. Caso contrario, el estudiante deberá primeramente atender las recomendaciones hechas al manuscrito por el Comité Tutorial.

1. Para su primer seminario, el estudiante preparará una **presentación oral** relacionada con el manuscrito entregado al Comité Tutorial. El formato o contenido de la presentación deberá ajustarse a los siguientes puntos:

- a) Título del proyecto de investigación
- b) Introducción
- c) Objetivo (general y particulares)
- d) Discusión del estado del arte de la investigación relacionada con su tema de tesis
- e) Hipótesis
- f) Metodología de la investigación
- g) Cronograma
- h) Metas científicas del proyecto

2. Requisito para la presentación oral del seminario, es que el estudiante entregue al Comité Tutorial y al Coordinador del Seminario, una copia electrónica del archivo del resumen de

la presentación. El resumen no deberá exceder las 300 palabras. La no-entrega del resumen, causa no-aprobación automática del curso.

3. El estudiante presentará el seminario en la fecha y hora indicada, planeando su presentación para un tiempo de **veinte minutos**. Al concluir su presentación, se procederá con una sesión de preguntas y respuestas con participación de alumnos y profesores asistentes; la sesión de cuestionamientos no será mayor a veinte minutos, permitiendo un máximo de dos preguntas por participante.
4. El Comité Tutorial y los profesores asistentes opinarán del desempeño del estudiante y la calidad del seminario la siguiente tabla, como **no suficiente (NS)**, **suficiente (S)**, **muy bien (MB)** y **excelente (E)** que corresponde a la puntuación de la equivalencia numérica:

| Asentar la puntuación para cada factor de evaluación de acuerdo con el rango establecido | Escala | EVALUACIÓN | | | |
|--|--------|------------|---|----|---|
| | | NS | S | MB | E |
| Coherencia entre título, objetivo e introducción | I | | | | |
| Discusión del estado del arte | II | | | | |
| Hipótesis | I | | | | |
| Metodología de la investigación (incluyendo cronograma) | II | | | | |
| Metas científicas | II | | | | |
| Calidad de las respuestas | II | | | | |
| TOTAL EQUIVALENTE | | | | | |

Equivalencia numérica:

Puntuación de Escala I: NS: 7; S: 8; MB: 9; E: 10

Puntuación de Escala II: NS: 14-15; S: 16; MB: 17-18; E: 19-20

5. En caso de ser necesario, durante los cinco días hábiles siguientes a la presentación del seminario, el Comité Tutorial se reunirá con el Director de tesis para opinar del desempeño del estudiante, la evaluación y la calidad de la presentación. Podrán hacer las recomendaciones y/o comentarios pertinentes para enriquecer el trabajo experimental, así como el desempeño académico del estudiante. El Comité Tutorial entregará por escrito y rubricado a la coordinación de seminarios un acta de reunión. El plazo para su entrega no debe ser mayor a 5 días hábiles posteriores a la reunión.
6. La calificación final del Seminario se integra con el 50% del reporte escrito y 50% de la presentación oral.
7. Generalidades.

- a) Para cada uno de los seminarios será nombrado como **moderador** un Profesor de IIMM, quien estará a cargo de la conducción y quien tendrá la responsabilidad de que el seminario se lleve a cabo en un ambiente de cordialidad. Además, será el encargado de recoger las hojas de evaluación y entregarlas al Coordinador de Seminarios al término de la presentación.
- b) Todos los estudiantes regulares del programa están obligados a tener **un mínimo de 90% de asistencia a los seminarios en el semestre**. En caso de no asistir a un seminario, el estudiante deberá con anticipación justificar por escrito y con el visto bueno de su Director de Tesis al Coordinador de los Seminarios. Los estudiantes del 2° y 4° semestre que no cumplan con asistencia son valorados con calificación no-aprobatoria del curso. El resto de estudiantes regulares que no cumplan con la asistencia mínima, serán acreedores a una falta administrativa con las consecuencias que ello conlleve a la culminación de su programa.
- c) El calendario y los horarios de las presentaciones serán elaborados y dados a conocer por la Coordinación del Programa de Seminarios.
- d) En caso de que la evaluación del seminario sea **no aprobatoria (menor a 80/100)**, el estudiante deberá presentar el seminario nuevamente en fecha y hora que el Coordinador de Seminarios le asigne.
- e) En caso de que la evaluación del seminario sea **aprobatoria (mayor o igual a 80/100)**, se le asignarán al estudiante dos créditos por el seminario.
- f) Cualquier duda o solicitud de aclaración relacionada al Programa de Seminarios y los dictámenes emitidos, serán dirigidos a la Coordinación de los Seminarios.
- g) El Coordinador de los Seminarios elaborará una compilación electrónica con los resúmenes de los seminarios, quedando a disposición de la comunidad de profesores y estudiantes.

Este reglamento interno del Primer Curso-Seminario de Investigación, deroga todos los reglamentos anteriores, a la fecha y hora que el H. Consejo Universitario de la UMSNH avale su publicación y uso.

Anexo III: Reglamento interno del Segundo Curso-Seminario de investigación.

**MAESTRÍA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES
PROGRAMA CONACYT/PNPC-0185
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN METALURGIA Y MATERIALES
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**REGLAMENTO INTERNO DEL SEGUNDO CURSO-SEMINARIO DE
INVESTIGACION**

Todo estudiante regular adscrito al programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales deberá presentar un **segundo seminario de investigación** de tema de tesis en el **cuarto semestre** del programa, con fecha asignada por el coordinador de seminarios. Requisito previo a la presentación oral del seminario, el estudiante preparará un manuscrito técnico bajo las condiciones a continuación descritas.

1. El estudiante entregará al Comité Tutorial designado, y **con cuatro semanas de anticipación** a la presentación oral bajo calendario establecido, un manuscrito que deberá tener el formato de la Tesis de Maestría con un avance no menor al 80%, conforme el siguiente formato:

- i) Título
- ii) Resumen
- iii) Introducción
Objetivos
Justificación
Hipótesis
Metas científicas
- iv) Revisión y discusión del estado del arte
- v) Desarrollo experimental
- vi) Resultados preliminares
- vii) Conclusiones preliminares
- viii) Referencias bibliográficas

La extensión del documento deberá ser mayor a 60 cuartillas, cumpliendo las siguientes indicaciones:

a) Título

El título debe describir clara y concisamente el proyecto de tesis.

b) Introducción

La introducción debe describir lo que se pretende lograr, especificando el problema investigado. Debe contener objetivos, justificación e hipótesis.

c) Revisión y discusión del estado del arte

Esta sección deberá resumir investigación relevante para proveer el contexto y explicar lo que otros autores han encontrado, y que están en su caso siendo confrontados o extendidos.

d) Desarrollo experimental

El estudiante explicará en forma adecuada como se obtienen los resultados presentados; los experimentos deben ser reproducibles, pudiendo ser replicados en otro lado. Deberá ordenar la información en forma comprensible. Los equipos y materiales empleados deberán ser descritos adecuadamente. Se deberá especificar claramente qué tipo de datos fueron almacenados y analizados. Deberá describir con precisión las mediciones realizadas y el tratamiento de datos.

e) Resultados preliminares

El estudiante deberá explicar con el lenguaje apropiado qué descubrió en la investigación. El apartado debe tener una secuencia lógica; se detallará acerca del tratamiento de los datos experimentales, junto con su análisis científico.

f) Conclusiones preliminares

Las aseveraciones hechas deberán estar respaldadas por los resultados. Se deben relacionar con la hipótesis planteada y la investigación de la literatura, indicando si se contradicen o confirman teorías previas. Las conclusiones deberán enfatizar cómo la investigación realizada contribuye al conocimiento científico.

g) Referencias bibliográficas

Las referencias deberán de ser presentadas en un formato consistente utilizando el sistema numérico, de acuerdo con el reglamento de tesis (Anexo V).

El comité evaluador revisará el manuscrito **en una semana, a partir de su fecha de entrega.**

Concluida la revisión, darán al estudiante las recomendaciones pertinentes para mejorar su contenido; el estudiante debe cumplir con las correcciones sugeridas durante la segunda y tercera semanas del periodo de cuatro, referidas anteriormente.

2. Requisito para la presentación oral del seminario, es que el estudiante entregue al Comité Tutorial y al Coordinador del Seminario, con dos semanas de anticipación a la fecha de presentación de su seminario, una copia electrónica del archivo del resumen de la presentación para la difusión correspondiente. El resumen no deberá exceder las 300 palabras. La no-entrega del resumen, causa no-aprobación automática del curso.
3. El estudiante presentará el seminario en la fecha y hora indicada, planeando su presentación para un tiempo de **veinte minutos**. Al concluir su presentación, se procederá con una sesión de preguntas y respuestas con participación de alumnos y profesores asistentes; la sesión de cuestionamientos no será mayor a veinte minutos, permitiendo un máximo de dos preguntas por participante.

4. El Comité Tutorial y los profesores asistentes opinarán del desempeño del estudiante y la calidad del seminario la siguiente tabla, como **no suficiente** (NS), **suficiente** (S), **muy bien** (MB) y **excelente** (E) que corresponde a la puntuación de la equivalencia numérica.

| Asentar la puntuación para cada factor de evaluación de acuerdo con el rango establecido | Escala | EVALUACION | | | |
|--|--------|------------|---|----|---|
| | | NS | S | MB | E |
| Coherencia entre título, objetivo y conclusiones | II | | | | |
| Metodología experimental realizada | II | | | | |
| Consecución de metas científicas | II | | | | |
| Relación del estado del arte con la discusión de resultados | II | | | | |
| Calidad de las respuestas | II | | | | |
| TOTAL EQUIVALENTE | | | | | |

Equivalencia numérica:

Puntuación de Escala II: NS: 14-15; S: 16; MB: 17-18; E: 19-20

5. En caso de ser necesario, durante los cinco días hábiles siguientes a la presentación del seminario, el Comité Tutorial se reunirá con el Director de Tesis para opinar del desempeño del estudiante, la evaluación y la calidad de la presentación. Podrán hacer las recomendaciones y/o comentarios pertinentes para enriquecer el trabajo experimental, así como el desempeño académico del estudiante. El Comité Tutorial entregará por escrito y rubricado a la coordinación de seminarios un acta de reunión. El plazo para su entrega no debe ser mayor a 5 días hábiles posteriores a la reunión.
6. La calificación final del Seminario se integra con el 50% del reporte escrito y 50% de la presentación oral.
7. Generalidades.
- Para cada uno de los seminarios será nombrado **moderador** un Profesor de IIM, quien estará a cargo de la conducción y quien tendrá la responsabilidad de que el seminario se lleve a cabo en un ambiente de cordialidad. Además, será el encargado de recoger las hojas de evaluación y entregarlas al Coordinador de Seminarios al término de la presentación.
 - Todos los estudiantes regulares del programa están obligados a tener **un mínimo de 90% de asistencia a los seminarios en el semestre**. En caso de no asistir a un seminario, el estudiante deberá con anticipación justificar por escrito y con el visto bueno de su Director de Tesis al Coordinador de los Seminarios. Los estudiantes del 2º y 4º semestre que no cumplan con asistencia son valorados con calificación no-aprobatoria del curso. El resto de estudiantes regulares que no cumplan con la asistencia mínima, serán acreedores a una

- falta administrativa con las consecuencias que ello conlleve a la culminación de su programa.
- c) El calendario y los horarios de las presentaciones serán elaborados y dados a conocer por la Coordinación del Programa de Seminarios.
 - d) En caso de que la evaluación del seminario sea **no aprobatoria (menor a 80/100)**, el estudiante deberá presentar el seminario nuevamente en fecha y hora que el Coordinador de Seminarios le asigne.
 - e) En caso de que la evaluación del seminario sea **aprobatoria (mayor o igual a 80/100)**, se le asignarán al estudiante tres créditos por el seminario.
 - f) Cualquier duda o solicitud de aclaración relacionada al Programa de Seminarios y los dictámenes emitidos, serán dirigidos a la Coordinación de los Seminarios.
 - g) El Coordinador de los Seminarios elaborará una compilación electrónica con los resúmenes de los seminarios, quedando a disposición de la comunidad de profesores y estudiantes.

Este reglamento interno del Primer Curso-Seminario, deroga todos los reglamentos anteriores, a la fecha y hora que el H. Consejo Universitario de la UMSNH.

Anexo IV: Reglamento Interno de Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales

MAESTRÍA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES PROGRAMA CONACYT/PNPC-0185 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN METALURGIA Y MATERIALES UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

REGLAMENTO INTERNO DE LA BIBLIOTECA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN METALURGIA Y MATERIALES

I. Disposiciones generales

El Reglamento de la Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales fue elaborado conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Bibliotecas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo aprobado por el H. Consejo Universitario el 28 de marzo del año 2000, que establece en su Artículo 19° que con el objeto de salvaguardar los recursos del sistema bibliotecario, cada biblioteca o centro de información contará con su propio reglamento interno, en el que se normarán los servicios que proporciona, los derechos y las obligaciones de los usuarios.

Artículo 1. El presente reglamento tiene la finalidad de establecer los objetivos, la estructura y las normas de funcionamiento de la Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, de conformidad con el Reglamento General de Bibliotecas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Artículo 2. La vigilancia de aplicación de este Reglamento corresponde al H. Consejo Técnico, al Director, al Sub-Director Técnico, al Comité de Biblioteca y al Jefe de la Biblioteca.

Artículo 3. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por:

- I. Universidad: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH;
- II. Instituto: Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, IIMM;
- III. Biblioteca: Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales;
- IV. H. Consejo Técnico: H. Consejo Técnico del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales;
- V. Director del Instituto: Director del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales;

- VI. Sub-Director Técnico: Sub-director Técnico del Instituto de Investigación en Metalurgia Materiales;
- VII. Comité de Biblioteca: Comité de Biblioteca del Instituto de Investigación en Metalurgia Materiales;
- VIII. Jefe de biblioteca: Jefe de la Biblioteca del del Instituto de Investigación en Metalurgia Materiales;
- IX. Usuario interno: Estudiantes, profesores y personal académico y administrativo del Instituto usuarios de la Biblioteca;
- X. Usuario externo: Usuarios de la Biblioteca no miembros del Instituto.

II. Objetivos y Estructura

Artículo 3. Los objetivos de la biblioteca son:

- a) Proporcionar a los usuarios internos y externos el servicio de consulta de su acervo bibliográfico, procurando crear el ambiente propicio para estimular el estudio y la investigación;
- b) Seleccionar, adquirir, organizar, preservar y difundir las colectas de libros, revistas, tesis, como apoyo a los programas académicos de Maestría y Doctorado del Instituto;
- c) Ofrecer orientación al usuario para el adecuado uso y aprovechamiento de los recursos bibliotecarios;
- d) Incrementar y actualizar los acervos de la biblioteca, de acuerdo con las líneas de investigación y los planes de estudio del Instituto, a través de la compra y donación de acervo bibliográfico;
- e) Promover la modernización de los servicios bibliotecarios a través de la introducción de los medios electrónicos con acceso a la red universitaria y a bases de datos remotas y aprovechando los avances de la ciencia y la tecnología;
- f) Elevar la calidad del desempeño del personal que presta sus servicios en la biblioteca a través de su capacitación y actualización.

Artículo 4. La Biblioteca está integrada por el área de acervo general que comprende de libros, revistas y equipo de cómputo.

Artículo 5. Las autoridades de la Biblioteca son:

- a) El Comité de la Biblioteca;

b) El Jefe de la Biblioteca.

Artículo 6. El Comité de Biblioteca estará integrado por:

- a) El Director del Instituto, quien lo presidirá;
- b) El Jefe de biblioteca;
- c) Un bibliotecario;
- d) Un representante del personal académico designado por el Consejo Técnico, quien durará en su cargo dos años;
- e) Un estudiante representante del posgrado designado por el Consejo Técnico, quien durará en su cargo un año;
- f) En ausencia del Director, presidirá el Comité el Sub-Director Técnico.

Artículo 7. Las atribuciones del Comité de Biblioteca son:

- a) Definir la política de desarrollo de la Biblioteca de conformidad con el Plan de Desarrollo Institucional del Instituto.
- b) Establecer la política de adquisiciones de la Biblioteca, tomando en consideración las propuestas del personal académico que se harán llegar a través de los Jefes de Departamento y los Coordinadores de los Programas de Posgrado.
- c) Conocer el presupuesto que se asigne para la adquisición de los materiales bibliográficos y equipamiento. Formular recomendaciones para su ejercicio, de conformidad con las necesidades académicas del Instituto.
- d) Proponer justificadamente ante el H. Consejo Técnico la actualización de este reglamento.
- e) Promover acciones para la gestación de recursos humanos, materiales y financieros necesarios para la operación y desarrollo de la biblioteca.
- f) Acordar las normas internas, los procedimientos y la periodicidad de las sesiones del Comité.
- g) Apoyar y asesorar a la biblioteca en la búsqueda de la excelencia, el continuo desarrollo y la modernización de los servicios bibliotecarios.
- h) Colaborar con la Dirección General de Bibliotecas en la unificación de criterios para la organización y administración de los servicios bibliotecarios.

Artículo 8. El Jefe de Biblioteca será designado por el Director del Instituto y tendrá las siguientes funciones:

- a) Presentar un plan de trabajo anual al Director del Instituto.
- b) Administrar los recursos humanos y materiales de la biblioteca.
- d) Aplicar las acciones académicas y administrativas necesarias para el adecuado funcionamiento y desarrollo de los servicios bibliotecarios.
- e) Supervisar que el personal de la biblioteca cumpla con sus actividades laborales en los horarios establecidos y asignarle tareas de acuerdo con su nombramiento.
- f) Ser responsable del inmueble a su cargo, de los acervos en el resguardo y del mobiliario y equipo registrado en la Dirección de Patrimonio Universitario.
- g) Fungir como Secretario de actas y acuerdos del Comité de Bibliotecas.
- h) Elaborar la relación de los materiales que ingresen a la biblioteca por los distintos mecanismos establecidos al efecto, y expedir los acuses de recibo correspondientes.
- i) Tomar las medidas pertinentes para la reparación de los materiales defectuosos y deteriorados.
- j) Avalar la expedición de constancias de no adeudo de materiales de la Biblioteca.
- j) Ejecutar los acuerdos del Comité de la Biblioteca.
- k) Vigilar la aplicación del presente Reglamento y aplicar las sanciones establecidas en el Artículo 15.
- l) Presentar anualmente un informe de actividades al Director del Instituto, así como presentar los informes que solicite la dirección del Instituto y el comité de Biblioteca.
- m) Los demás que se desprendan de la naturaleza de su cargo y los que le confiere la normatividad universitaria vigente.

III. Servicios y usuarios

Artículo 9. Los servicios que presta la Biblioteca son:

- a) Préstamo interno;
- b) Préstamo a domicilio;

- c) Préstamo inter-bibliotecas;
- d) Servicio de fotocopiado;
- e) Uso de catálogos en línea;
- f) Uso del equipo de cómputo para consulta en discos compactos.

Artículo 10. Para los efectos de la prestación de los servicios bibliotecarios, se establecen las siguientes categorías de usuario:

- a) Usuarios internos académicos, que se conforma con el personal académico adscrito al Instituto;
- b) Usuarios internos estudiantes, que se conforma con los estudiantes de posgrado y becarios adscritos al Instituto;
- c) Usuarios externos.

Artículo 11. Para la consulta de los acervos de la Biblioteca se deberá observar lo siguiente:

- a) Los usuarios externos deberán registrarse y dejar a consignación una identificación oficial vigente para poder tener acceso a la consulta;
- b) El material de consulta deberá solicitarse mediante el llenado de las formas correspondientes;
- c) Cada usuario podrá solicitar al mismo tiempo hasta cinco volúmenes de libros y revistas;
- d) En virtud de ser una biblioteca de estantería cerrada para los usuarios externos, únicamente el personal responsable de la biblioteca tiene autorización para la entrega y recepción de los materiales de consulta;
- f) En caso de recibir en mal estado un material de consulta, el usuario deberá reportarlo de inmediato al personal responsable de la biblioteca;
- f) El Jefe de la Biblioteca podrá reservar para uso exclusivo de los estudiantes de posgrado del Instituto los títulos que formen parte de la bibliografía obligatoria de los cursos, a petición por escrito de los profesores-investigadores.

Artículo 12. El préstamo a domicilio es un servicio exclusivo para los usuarios internos, quienes deberán observar al efecto las siguientes indicaciones:

- a) El tiempo de préstamo a domicilio es de veinte días hábiles para los usuarios internos académicos y de cinco días hábiles para los usuarios internos estudiantes;

- b) Los usuarios internos académicos tienen derecho a solicitar en préstamo a domicilio un máximo de 10 títulos, mientras que los usuarios internos estudiantes tienen derecho a cinco títulos;
- c) Los usuarios internos estudiantes, para tener derecho al servicio de préstamo a domicilio, deberán contar con una credencial vigente como estudiantes de posgrado del Instituto;
- d) Los materiales de referencia y ejemplares únicos de revistas no serán sujetos de préstamo a domicilio.

Artículo 13. El Jefe de la Biblioteca, de común acuerdo con el Comité de Biblioteca, definirá los mecanismos a través de los cuales se prestará el servicio de fotocopiado. Sólo se permitirá el fotocopiado de los materiales que se encuentren en buen estado.

Artículo 14. Todos los usuarios sin excepción deberán observar lo establecido en el presente Reglamento y seguir las siguientes indicaciones:

- a) Hacer un uso adecuado y correcto de los materiales de consulta, del mobiliario y del equipo de la Biblioteca;
- b) Abstenerse de consumir alimentos, fumar o realizar cualquier actividad que ponga en riesgo el acervo, el mobiliario y el equipo de la Biblioteca o que sea incompatible con el ambiente de estudio e investigación;
- c) Guardar silencio en la sala de lectura y mantener el debido respeto al personal y a los usuarios;
- d) Depositar sus bolsas, mochilas y demás pertenencias personales en la recepción de la biblioteca, e ingresar a la sala únicamente con computadoras portátiles, lápices, bolígrafos, tarjetas y cuadernos.

Artículo 15. En caso de que alguna persona o usuario incurra en la violación de las normas y disposiciones que señala el presente Reglamento será sancionado de la siguiente manera:

- a) Amonestación verbal, cuando se incumpla lo establecido en el artículo 14 o se cometa cualquier irregularidad o falta grave.
- b) Sanción económica por retraso en la devolución de los materiales en préstamo a domicilio, a razón del 10% de un salario mínimo diario vigente en el Estado de Michoacán por día de retraso.
- c) Suspensión temporal del beneficio de los servicios bibliotecarios hasta que se repare un daño involuntario o pérdida de los materiales o el retraso en la entrega de los materiales solicitados en préstamo a domicilio rebase los diez días hábiles.

- d) Suspensión definitiva de los beneficios de los servicios bibliotecarios con reporte al expediente de servicios escolares cuando se incurra en una falta grave de indisciplina, cuando se sorprenda a un usuario maltratando o mutilando el material de consulta, o que incurra en robo o sustracción ilegal de los materiales y recursos bibliotecarios. En este último caso el responsable será puesto a disposición de las autoridades universitarias.

V. Personal administrativo

Artículo 16. Las autoridades universitarias garantizarán el establecimiento de una plantilla profesional de personal en la biblioteca, para asegurar la calidad en la prestación de los servicios bibliotecarios y el adecuado resguardo y conservación de los acervos.

Artículo 17. El Comité de Biblioteca y la Dirección General de Bibliotecas vigilarán que el personal de la Biblioteca tenga una categoría acorde con sus funciones promoviendo su participación en programas de capacitación y desarrollo profesional.

Artículo 18. El personal de la Biblioteca deberá sujetarse a las disposiciones en materia de asistencia y puntualidad que establezca la Dirección del Instituto, a través del Jefe de la Biblioteca, y deberán registrar su ingreso, salida y visto bueno en caso de permisos, de acuerdo con el Contrato Colectivo de Trabajo correspondiente.

Artículo 19. El personal adscrito a la Biblioteca tendrá las siguientes funciones:

- a) La atención a los usuarios y la orientación para el adecuado uso y aprovechamiento de los recursos bibliotecarios.
- c) La entrega y recepción de los materiales de los acervos para consulta interna.
- d) El estricto registro y control de las salidas y entradas de los materiales en préstamo a domicilio.
- e) El ordenamiento del material según su clasificación.
- f) El registro y sello de los materiales que ingresan a los acervos.
- g) La detección y reporte al Jefe de la Biblioteca de los materiales deteriorados o defectuosos.
- g) La elaboración y entrega al Jefe de la Biblioteca de una lista de materiales que no hayan sido entregados en las fechas de vencimiento.

Artículo 20. El personal del Sistema Bibliotecario de la Universidad que haya sido comisionado para laborar en la Biblioteca deberá sujetarse a las disposiciones en los términos planteados en el artículo 18.

Transitorios.

Único. El presente Reglamento entrará en vigor el día siguiente al de su aprobación por el H. Consejo Universitario de la UMSNH.

Anexo V: Reglamento interno de la Estructura y Formato de la Tesis de Grado del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales.

MAESTRIA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES PROGRAMA CONACYT/PNPC-0185 INSTITUTO DE INVESTIGACION EN METALURGIA Y MATERIALES UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

REGLAMENTO INTERNO DE LA ESTRUCTURA Y FORMATO DE LA TESIS DE GRADO DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

I. Disposiciones generales

El Reglamento interno de la estructura y formato de la Tesis de grado del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales está elaborado en conformidad con el Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, aprobado por el H. Consejo Universitario el 14 de junio del año 2017, Capítulo VII de la Tesis y Exámenes de Grado.

Artículo 1. El presente reglamento tiene por objeto estandarizar la estructura y formato de las Tesis de grado elaboradas como requisito de titulación dentro del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales.

Artículo 2. Antes de presentar la Tesis para revisión por parte de los sinodales, el estudiante presentará ante el Coordinador del Programa y el Sub-Director Técnico un ejemplar impreso o electrónico del manuscrito de tesis. Las autoridades verificarán la estructura y formato del manuscrito; en caso de cumplir con lo establecido en el presente reglamento, se avalará la revisión del manuscrito. Cuando el manuscrito no se apegue a los lineamientos descritos, las autoridades podrán rechazarlo para su corrección. Si las autoridades valoran faltas menores en el formato del documento, pero la estructura es la correcta, podrán pasar el manuscrito a revisión con la condición de que una vez aprobado por los sinodales, el estudiante atenderá las faltas de formato señaladas. Las autoridades deberán supervisar la estructura y formato del manuscrito final para poder otorgar el aval de impresión definitiva.

Artículo 3. La vigilancia de aplicación de este Reglamento corresponde al Sub-Director Técnico y a la Coordinación del Programa de Maestría.

Artículo 4. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por:

- I. Universidad: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH; Instituto: Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, IIMM;
- II. Programa de Maestría / Programa: Programa PNPC Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales; Director del Instituto: Director del Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales;
- III. El Sub-Director Técnico: Sub-director Técnico del Instituto de Investigación en Metalurgia Materiales;
- IV. Coordinador del Programa: Coordinador del Programa de Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales.

II. De la estructura de la Tesis

Artículo 5. La Tesis constituye un importante aporte académico y científico que se recomienda estructurar de la siguiente manera:

- Portada (ver Artículo 6)
- Hoja de Título
- Oficio de asignación de sinodales
- Agradecimientos y dedicatorias
- Índice general
- Índice de tablas y figuras
- Lista de abreviaturas y tabla de símbolos (Glosario de términos)
- Resumen en español
- Resumen en inglés (*Abstract*)
- Capítulo 1 Introducción
 - Justificación
 - Objetivos
 - Hipótesis
- Capítulo 2 Revisión bibliográfica
- Capítulo 3 Desarrollo experimental
- Capítulo 4 Resultados y discusión
- Capítulo 5 Conclusiones
 - Recomendaciones y trabajo futuro
- Referencias bibliográficas
- Anexos

III. De la presentación de la Tesis

Artículo 6. La **portada** de la Tesis deberá contener lo siguiente (ver Anexo 1):

- (Escudos de la UMSNH e IIMM)

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales
- Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales
- Título de la Tesis
- La leyenda (Tesis que para obtener el Grado de Maestro en Metalurgia y Ciencias de los Materiales presenta)
- Nombre del estudiante (con grado académico)
- Nombre del Director de Tesis (con grado académico)
- Nombre del Co-director (con grado académico), cuando sea el caso
- Lugar y fecha

Artículo 7. La **encuadernación** de la Tesis es tipo libro encuadernado libre de perforaciones. El formato del **empastado** será en tamaño carta, en color negro mate, preferentemente en Queratol. El **lomo** de la Tesis debe contener el nombre y apellidos del autor y año.

IV. Del formato de la Tesis

Artículo 8. En cuanto a su **formato**, la Tesis deberá ajustarse a los siguientes lineamientos:

- a) El texto deberá estar escrito en una sola cara de la cuartilla. Por cuartilla se entiende hoja tamaño carta (21.59 cm x 27.94 cm) con márgenes superior e inferior de 2.5 cm, margen izquierdo de 3 cm, y margen derecho de 2 cm.
- b) El tipo de letra a utilizar para el texto principal deberá ser Times New Roman de 12 pts. La separación entre renglones deberá ser 1.5 y la alineación del texto justificada ambos lados.
- c) El texto deberá ser escrito en minúsculas; se utilizarán mayúsculas solo cuando su uso ortográficamente sea correcto y se seguirán las reglas de acentuación que corresponda.
- d) Las páginas deberán enumerarse, excepto la portada, hoja de título y oficios. La numeración de las primeras secciones será en números romanos en letra minúscula (i, ii, ..). La numeración arábiga (1, 2, ...) inicia con el Capítulo 1 marcado en el Artículo 5. El número de página deberá aparecer en el extremo inferior derecho de la hoja en formato Times New Roman de 12 pts.
- e) El título de las secciones se justificará al centro y se escribirá empleando mayúsculas. Se escribirá en letra Times New Roman de 12 pts y en negritas. Se marcará espacio doble para continuar con el siguiente texto.
- f) Los títulos de las subdivisiones se escribirán en forma de oración y se alinearán a la izquierda debiendo ser resaltados en negritas. La numeración de las subdivisiones será en números arábigos de acuerdo al número de capítulo. Subdivisiones de segundo (1.1.1) y tercer orden

- (1.1.1.1) se escribirán además en letras cursivas. Después y antes de cada subdivisión se marcará un espacio en blanco para continuar con el texto (Anexo 2).
- g) El texto de las notas de pie de página se escribirá con letra Times New Roman de 10 pts.
 - h) Las referencias bibliográficas seguirán los lineamientos que se exponen en el apartado de referencias bibliográficas (Anexo 3).
 - i) Las gráficas, tablas, figuras, esquemas y fotografías podrán incorporarse al texto principal cuidando que su tamaño permita su legibilidad. En el cuerpo del texto se deberá hacer la referencia a éstas a través de su identificación, cuidando siempre que aparezcan después de ser referenciadas en el manuscrito.
 - j) La numeración de las figuras es independiente a la de las tablas. Se entiende por figura a las gráficas, esquemas y fotografías. El título de la figura se escribirá en letra Times New Roman tamaño 12 pts. debajo y centrado de ésta. Se guardará un espacio entre la figura y su título. El título de la figura deberá ser consecutivo, pero corresponder con el número de capítulo, añadiendo un punto entre el número de capítulo y figura. Deberá resaltarse en negritas únicamente la palabra Figura y el número correspondiente (P. Ej. **Figura 3.12**). Cuando en una Figura se tengan varias imágenes, estas se distinguirán entre ellas etiquetándolas como a), b), c), d)... hasta la literal que sea necesaria. En el cuerpo del texto se hará referencia a cada una como Figura 3.12a) o bien cuando lo amerite Figura 3.12c) y d).
 - k) El título de las tablas es centrado en letra Times New Roman 12 pts. y se ubica encima de la tabla correspondiente separada por un espacio. El título de la tabla deberá ser consecutivo, pero corresponder con el número de capítulo, añadiendo un punto entre el número de capítulo y tabla. Deberá resaltarse en negritas únicamente la palabra Tabla y el número correspondiente (P. Ej. **Tabla 1.4**).



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN METALURGIA Y MATERIALES

PROGRAMA DE MAESTRIA EN
METALURGIA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

(TITULO DE LA TESIS)

Tesis que para obtener el Grado de
Maestro en Metalurgia y Ciencias de los Materiales presenta:

(NOMBRE DEL ESTUDIANTE)

Director de Tesis
(NOMBRE DEL DIRECTOR DE TESIS)

(Lugar y fecha)

CAPITULO 3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1 Ejemplo de cómo aparecerán títulos de subdivisiones

Recordar que el título de las secciones se justificará al centro y se escribirá empleando mayúsculas. Se escribirá en letra Times New Roman de 12 pts y en negritas. Se marcará espacio doble para continuar con el siguiente texto después del título.

3.1.1 Ejemplo de subdivisión de segundo orden

Los títulos de las subdivisiones se escribirán en forma de oración y se alinearán a la izquierda debiendo ser resaltados en negritas. La numeración de las subdivisiones será en números arábigos de acuerdo con el número de capítulo. Subdivisiones de segundo (1.1.1) y tercer orden (1.1.1.1) se escribirán además en letras cursivas.

3.1.1.1 Ejemplo de subdivisión de tercer orden

Después y antes de cada subdivisión se marcará un espacio en blanco para continuar con el texto.

Para las **Referencias bibliográficas** se debe utilizar el Sistema Numérico de citación:

En el texto de la Tesis se insertan números los cuales refieren a una secuencia numérica de referencias al final del documento. En el caso de uno o dos autores se escriben ambos apellidos completos conectados por “y”. En el caso de tres o más autores se anota sólo el primero y se agrega “y col.”.

Ejemplos:

Dow [1] fue el primero en....

Dow y Jenkins [1] fueron los primeros en....

Dow y col. [1] fueron los primeros en....

Resultados similares han sido reportados por diferentes autores [3-6]....

Resultados similares han sido reportados por diferentes autores [3,7,9]....

Ejemplo del formato de la bibliografía dependiendo del tipo de publicación. En el sistema numérico la fecha va al final de la referencia:

Libros

[1]Sedricks A J. *Corrosion of stainless steels*. Second ed. New York. Wiley- Interscience. 1996.

Capítulo de un libro

- [2]Lu Z, Huang P. *The mechanism of undercut formation and high speed welding technology*. En; **Arc welding**. Sudnik W. Ed. Croatia. InTech. 221- 241. 2011.

Artículo en revista

- [3]Dupont J N, Banovic W, Marder A R. *Microstructural evolution and weldability of dissimilar welds between a super austenitic stainless steel and nickel-based alloy*. **Welding Journal**. 82(4), 125-135, 2003.

Artículos de memorias de congresos

- [4]Kennedy A R, Karantzalis A E. *The incorporation and redistribution behaviour of ceramic particles in liquid Al and the relation to their wetting characteristics*. En: **High temperature capillarity**. Eustathopoulos N, Sobczak N. Eds. Cracow, Poland. Foundry Research Institute. 328-333. 1997.

Publicaciones electrónicas

- [5]Defoe D. *The fortunes and the misfortunes of the famous Moll Flanders* [en línea]. Disponible en:
<URL:ftp://archive.org/pub/gutenberg/etext95/mollfio.txt> [Consultado 16 de junio 1998].

Si la página web no tiene un autor se recomienda referenciarlo Anónimo.

Ejemplos de materiales que pueden causar problemas:

Normas

British Standards Institution, BS 5930:1981. *Code of practice for site investigations*.1981.

Patentes

Aziz A. *Method and apparatus for a key management scheme for Internet protocols*. **United States Patents Application 68-438**. 27 May 1997.

Tesis

Cecil S O. *Correlations of rock bolt shotcrete support and rock quality parameters in Scandinavian tunnels*. **Ph.D. thesis**. Department of Civil Engineering, University of Illinois at Urbana Champaign. USA 1970.

Documentos de trabajo o informes académicos

De Cea J, Diaz Y, Legarreta J. *Modelo de simulación de una línea de buses*. **Documento de Trabajo N°15**. Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile. 1976.

Transitorios.

Único. El presente Reglamento entrará en vigor el día siguiente al de su aprobación por el H. Consejo Universitario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ANEXO VI: Programa de Asignaturas.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Aleaciones Ligeras y Súper Aleaciones

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos:12

Materias prerequisite: Metalurgia Física

1. INTRODUCCIÓN

En la primera parte de este curso analizan las principales aleaciones ligeras con aplicaciones ingenieriles como son: aleaciones de aluminio, de magnesio y de titanio. El análisis se realiza desde el punto de vista procesamiento de dichas aleaciones, con particular énfasis en los mecanismos de endurecimiento y muy especialmente el endurecimiento por precipitación o envejecido. La segunda parte del curso consta del estudio de las superaleaciones base hierro, base níquel, y base cobalto. El análisis se realiza también desde el punto de vista procesamiento y composición, y se estudia la evolución que estas aleaciones han tenido a lo largo de la historia. Se analizan los mecanismos de endurecimiento más apropiados de estas aleaciones. Como los mecanismos de endurecimiento implican el conocimiento de la interacción de dislocaciones entre ellas y con ciertas características microestructurales, inicialmente se estudia el tema de dislocaciones a fondo.

2. OBJETIVO

Al final del curso, el alumno deberá ser capaz de entender los fenómenos de endurecimiento en las aleaciones (particularmente endurecimiento por precipitación) en función de la teoría de dislocaciones y los fenómenos asociados con estas. Conocerá los fundamentos y aplicaciones de las aleaciones ligeras base Aluminio, base Magnesio y base Titanio; así como de las superaleaciones base Hierro, base Níquel y base Cobalto.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Dislocaciones

- 1.1. Movimiento de dislocaciones
- 1.2. Dislocaciones en cristales FCC
- 1.3. Dislocaciones en otro tipo de cristales
- 1.4. Jogs e intersección de dislocaciones
- 1.5. Origen y multiplicación de dislocaciones
- 1.6. Arreglos de dislocaciones y límites de grano

Capítulo 2. Mecanismos de endurecimiento

- 2.1. Endurecimiento por precipitación
- 2.2. Endurecimiento por deformación
- 2.3. Endurecimiento por refinamiento de grano
- 2.4. Endurecimiento por solución sólida

Capítulo 3. Aleaciones ligeras

- 3.1. Aleaciones de Aluminio
- 3.2. Aleaciones de Magnesio
- 3.3. Aleaciones de Titanio

Capítulo 4. Súperaleaciones

- 4.1. Aleaciones base Hierro
- 4.2. Aleaciones base Níquel
- 4.3. Aleaciones base Cobalto

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Exposición oral de algunos de los temas por parte del profesor.
- Exposición oral de un tema por parte de cada estudiante.
- Revisión y discusión en clase de artículos relacionados con el tema de clase.
- Se utilizará en la mayor parte del curso exposición en Power Point y un software sobre ciencia de materiales.
- Se dejan algunas tareas durante el curso.

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

- Exámenes 70%
- Tareas y presentación 30%

6. BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

D. Hull and D.J. Bacon,
Introduction to dislocations.
4a Edición. Butterworth-Heinemann. Oxford 2001

R. Faulkner and J. Martin,
Dislocations theory for engineers
1a Edición, IOM Communications ltd, London 2000

I. J. Polmer,
Light Alloys, metallurgy of the light metals.
3a Edition. Edward Arnold Editor. London 1995.

Edited by: C.T. Sims, N.S. Stoloff, and W.C. Hagel.
Superalloys II, high temperature materials for aerospace and industrial power.
John Wiley and Sons, editors. New York, 1987.

Materials Science on CD-ROM.
Materials Teaching Educational Resources (MATTER).
The University of Liverpool, 1998.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Análisis Térmico de Materiales

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos: 12

Materias prerequisite: Metalurgia Física

1. INTRODUCCIÓN

Bajo la denominación de Análisis Térmico se engloban un conjunto de técnicas analíticas que estudian el comportamiento térmico de los materiales. Cuando un material se calienta o se enfría, su estructura cristalina y su composición química pueden sufrir cambios más o menos importantes: fusión, sublimación, solidificación, cristalización, amorfización, transición, reacciones: oxidación, alteración, descomposición, etc., expansión y compresiones en su volumen, cambios texturales: sinterización, recristalización, etc. La mayor parte de estos cambios se pueden estudiar midiendo la variación de distintas propiedades de la materia en función de la temperatura.

Así, el Análisis Térmico agrupa una serie de técnicas en las cuales se sigue una propiedad de la muestra, en una determinada atmósfera, en función del tiempo o de la temperatura cuando dicha muestra se somete a un programa de temperatura controlado. Éste puede consistir en calentar o enfriar a una determinada velocidad, o mantener la temperatura constante, o una combinación de ambas. Entre las técnicas de Análisis Térmico más comunes destacan: Termogravimetría (TG), Análisis Térmico Diferencial (ATD), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, del inglés Diferencial Scanning Calorimetry), Análisis Termomecánico (ATM), Análisis Dinamomecánico (ADM), etc.

2. OBJETIVO

El propósito de este curso es familiarizar al estudiante con las relativamente nuevas técnicas instrumentales, las cuales son clasificadas ampliamente como “Métodos Térmicos”, mediante el estudio de la físicoquímica elemental, transferencia de calor, propiedades de los materiales, y aparatos de ingeniería utilizados en el análisis térmico.

En este curso se proporciona una introducción a las técnicas termoanalíticas de barrido como el análisis térmico diferencial (DTA), calorimetría diferencial de barrido (DSC), dilatometría, y análisis termogravimétrico (TG). La pirometría a elevadas temperaturas, así como las técnicas de medición de conductividad térmica/difusión y viscosidad de vidrios, descritas en los últimos capítulos, complementa los tópicos relacionados al análisis térmico. Los materiales cerámicos son utilizados predominantemente como ejemplos, aunque los principios desarrollados deben ser generales para todos los materiales. Se iniciará por una revisión de los métodos de medición de temperatura, diseño de hornos, y control de temperatura. Los instrumentos, como trabajan, como se realiza la medición, las dificultades o riesgos para realizar mediciones precisas y la aplicación de los modelos teóricos a los resultados experimentales se discutirán a detalle.

3. CONTENIDO

Capítulo 1 Análisis Termogravimétrico

- 1.1 Introducción
- 1.2 Diseño y principio de operación
- 1.3 Preparación de la muestra
- 1.4 Efectuando las mediciones
 - 1.4.1 Influencia de la velocidad de calentamiento
 - 1.4.2 Influencia del crisol
 - 1.4.3 Influencia de la atmósfera del horno
 - 1.4.4 Influencia del oxígeno residual en la atmósfera inerte
 - 1.4.5 Influencia de la presión reducida
 - 1.4.6 Influencia del control de la humedad
 - 1.4.7 Puntos especiales en relación a cambiadores de muestras
 - 1.4.8 Muestra inhomogéneas y muestras con muy pequeños cambios en masa

Capítulo 2. Hornos y Medición de Temperatura

- 2.1 Transductores de temperatura
- 2.2 Termopares
- 2.3 Componentes comerciales
- 2.4 Controladores de hornos

Capítulo 3. Análisis Termogravimétrico

- 3.1 Diseño del TG
- 3.2 Factores experimentales que afectan las curvas termogravimétricas

Capítulo 4. Análisis Térmico Diferencial y Calorimetría Diferencial de Barrido

- 4.1 Diseño del instrumento
- 4.2 Una introducción a las aplicaciones de DTA/DSC
- 4.3 Datos termodinámicos del DTA
- 4.4 Calibración
- 4.5 Categorías de Transformación
- 4.7 Un ejemplo de modelo cinético
- 4.8 Efectos de la capacidad calorífica
- 4.9 Factores experimentales que afectan la curva DTA/DSC
- 4.10 Análisis térmico simultáneo

Capítulo 5. Aplicaciones del Análisis Termogravimétrico y Térmico

Capítulo 6. Dilatometría e Interferometría

- 6.1 Coeficiente de expansión lineal vs volumétrico
- 6.2 Orígenes teóricos de la expansión térmica
- 6.3 Dilatometría: Diseño instrumental
- 6.4 Dilatometría: calibración
- 6.5 Dilatometría: Factores experimentales
- 6.6 Modelo de las transformaciones en estado sólido
- 6.7 Interferometría

Capítulo 7. Transferencia de Calor y Pirometría

- 7.1 Introducción a la transferencia de calor
- 7.2 Pirometría

Capítulo 8. Conductividad Térmica

Capítulo 9. Viscosidad de líquidos y vidrios

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- El curso está totalmente preparado para ser ofrecido con ayuda de presentación Power Point.
- El curso se impartirá por exposición del profesor, búsqueda y análisis de información bibliográfica, y solución de problemas.
- Se les proporcionará a los estudiantes las notas impresas al comienzo de cada semana correspondiente a los temas que se analizarán.

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

Calificación

| | |
|--------------------------|-----|
| - Tareas | 10% |
| - Primer examen parcial | 25% |
| - Segundo examen parcial | 25% |
| - Tercer examen parcial | 25% |
| - Prácticas | 15% |

6. BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

Paul Gabbott

Principles and Applications of Thermal Analysis
Blackwell Publishing, 2008.

Robert F. Speyer

Thermal Analysis of Materials
Marcel Dekker, Inc., 1994.

Wesley Wm. Wendlandt

Thermal Analysis
3rd Edition
John Wiley & Sons, 1986.

E. Post, J. Blumm, L. Hagemann, J. B. Henderson Thermal Analysis for Ceramic Materials
NETZSCH Industrial Applications, 2001.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Cerámica Física

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos:12

Materias prerequisite: Química general

1. INTRODUCCION

En los últimos años se ha producido una profundísima transformación en el campo de los materiales, en general y de los materiales cerámicos en particular lo cual ha conducido al perfeccionamiento y la diversificación de los productos cerámicos. Esta transformación se fundamenta en el conocimiento científico y, específicamente en aquellos relacionados con la cerámica física la cual estudia la relación entre la estructura el comportamiento y las propiedades de los materiales cerámicos, temas abordados en este curso.

2. OBJETIVO

Proporcionar al estudiante los fundamentos de la cerámica, desde su naturaleza, tipo de enlace, el origen de la estructura y la influencia de esta sobre su comportamiento y propiedades y además proporcionar herramientas para que puedan interpretar y predecir la distribución y evolución de la microestructura mediante el uso de diagramas de equilibrio los cuales proporcionan un método para visualizar y luego diseñar las estructuras para un mejor control de las propiedades de los cerámicos.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción

- 1.1 Situación actual de los materiales cerámicos
- 1.2 En comparación con otros materiales
- 1.3 En México
- 1.4 En el mundo
- 1.5 Clasificación de los materiales cerámicos
 - 1.5.1 Tradicionales
 - 1.5.2 Avanzados
 - 1.5.3 Funcionales

Capítulo 2. Estructuras de la cerámica

- 2.1 Enlaces
 - 2.1.1 Iónico
 - 2.1.2 Covivalente
 - 2.1.3 Metálico
 - 2.1.4 Fuerzas Intermoleculares
- 2.2 Estructuras cristalinas
 - 2.2.1 es de empaquetamiento Compacto
 - 2.2.2 Estabilidad de los Cristales Iónicos
 - 2.2.3 constante de Madelung

- 2.2.4 Reglas de Pauling
- 2.2.5 Estructuras FCC
- 2.2.6 Estructuras HCP
- 2.2.7 Estructuras tipo perovskita
- 2.2.8 Estructura tipo espinela
- 2.2.9 Cerámicas covalentes
- 2.3 Estructura de los silicatos cristalinos
 - 2.3.1 Relación oxígeno / silicio
 - 2.3.2 Compuestos de sílice y laminares
 - 2.3.3 Compuestos con cadenas de sílice
 - 2.3.4 Pirosilicatos y ortosilicatos
- 2.4 Estructuras vítreas
 - 2.4.1 Introducción
 - 2.4.2 Estructura del vidrio
 - 2.4.3 Composición del vidrio, reglas de Zacariasen
 - 2.4.4 Rango de Transformación
 - 2.4.5 Cristalización del vidrio, vitrocerámicos

Capítulo 3. Defectos en la cerámica

- 3.1 Clasificación de los defectos
- 3.2 Defectos puntuales y sus reacciones
- 3.3 Defectos lineales y planares

Capítulo 4. Diagramas de Equilibrio

- 4.1 Diagramas binarios
- 4.2 Proceso de Difusión
- 4.3 Diagramas ternarios

Capítulo 5. Comportamiento mecánico

- 5.1 Propiedades elásticas
- 5.2 Teoría de Griffith para la fractura
- 5.3 Tenacidad a la fractura
- 5.4 Resistencia de los materiales cerámicos
- 5.5 Mecanismos de reforzamiento

Capítulo 6. Propiedades Físicas (opcional)

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El curso empleará diversos tipos de actividades para alcanzar su cometido. Las mismas se dividen genéricamente en:

- Clases magistrales: Exposición oral a cargo del profesor sobre temas relevantes para el conocimiento del alumno, no suficientemente esclarecidos en la bibliografía propuesta.
- Talleres de discusión: Para realizar un debate crítico sobre aspectos sustanciales de la disciplina de la cerámica física, se asignará, una cantidad de bibliografía similar para cada estudiante, que deberá ser analizada por el mismo y discutida en el grupo

- Trabajos de investigación: Se dará un ejercicio de investigación sobre aspectos de la cerámica física sobre su proyecto de tesis. Deberá ser expuesto en clase y entregado por escrito
- Resolución de problemas. Se dejarán problemas para resolver de manera individual

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Deberán aprobar los exámenes, mismos que contará el 50 % de la calificación final, los problemas de tarea 20 %, el taller de discusión 15 %, y otro 15 % de la preparación y exposición de su trabajo de investigación con el enfoque de la cerámica física

6. BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

W.D. Kingery, H.J. Bowen y D. R. Uhlmann
Introduction to Ceramics
John Wiley & Sons, Inc. New York; 1976

Yet Ming Chiang, Dunbar P. Birnie, III, W. David Kingery
Physical Ceramics, Principles for Ceramic Science and Engineering
John Wiley & Sons, Inc. New York; 1997

M. W. Barsoum
Fundamentals of Ceramics
Series in Materials Science and Engineering, Institute of Physics Publishing,
Bristol and Philadelphia, 2003

C. Barry Carter and M. Grant Norton Ceramic Materials: Science and Engineering
Springer 2007

Marc A. Meyers
Mechanical Behavior of Materials
Prentice Hall, Inc. 1999

Robert H. Doremus
Glass Science
John Wiley & Sons, Inc., 1994

Donald R. Askeland y P.P. Phulé
Ciencia e Ingeniería de los Materiales
Thomsom Editores, 2004

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Cerámica y Refractarios

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos:12

Materias prerequisite: Química general

1. INTRODUCCIÓN

Las propiedades características de los materiales cerámicos ejemplificados por su alta dureza, son un reflejo del tipo de unión entre los átomos así como de su estructura ó de la forma en que los átomos se empaquetan. El tipo de enlace entre los átomos de las cerámicas usualmente consiste de una combinación de enlaces iónicos y covalentes. El enlace iónico que ocurre entre un metal y un no-metal es derivado de atracciones electrostáticas entre los átomos y es fuertemente direccional. El enlace covalente ocurre entre dos no-metales e involucra uniones derivadas de electrones compartidos entre los átomos respectivos. Estos tipos de enlaces dan como resultado que las cerámicas presenten propiedades sobresalientes de alta dureza y rigidez, altos puntos de fusión, baja expansión térmica y alta resistencia química entre otras; Dichas propiedades dictan las aplicaciones respectivas en las industrias de abrasivos, refractarios, anticorrosión etc. El curso revisa toda la gama de materiales cerámicos haciendo énfasis especial en los materiales refractarios desde la óptica del refractario como un insumo fundamental en la industria procesadora de los metales. Se incluye también una revisión actualizada sobre las nuevas tecnologías de las cerámicas avanzadas tomando como base el binomio microestructura-propiedades. Los tipos de cerámicos revisados incluyen: Refractarios, vidrios, arcillas, cementos y cerámicas semiconductoras.

2. OBJETIVO

El objetivo general de este curso es que el estudiante desarrolle una comprensión cabal de la naturaleza, las propiedades y las limitaciones de los materiales cerámicos de forma tal que sea capaz de desarrollar cerámicos en el laboratorio así como diseñarlos y conjuntarlos con otros materiales para aplicaciones específicas. Deberá también adquirir un conjunto de técnicas metodológicas relacionadas con la ingeniería y ciencia cerámicas así como, la capacidad de entender y consultar la bibliografía especializada de los materiales cerámicos.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Definiciones, clasificación de las cerámicas, ejemplos y aplicaciones.

- 1.2 Materiales refractarios, regla de las fases, diagramas de equilibrio ternario.
- 1.3 Clasificación de refractarios en base a su composición. Ácidos, sílica, zirconia. Neutros, carbón cromita, alúmina. Básicos, magnesia, dolomita, cromita.
- 1.4 Clasificación de los refractarios en base a su método de manufactura. Prensados en seco, fundidos y Moldeados, moldeados a mano, unión química, refractarios en polvo.
- 1.5 Clasificación de los refractarios en base a su forma física. Ladrillos refractarios, refractarios monolíticos.
- 1.6 tipos de refractarios. Densos, aislantes.

1.7 Selección de refractarios en servicio y aplicaciones en la industria.

Capítulo 2. Microestructura y propiedades de los materiales refractarios

- 2.1 Refractarios de sílica. Materias primas y fabricación. Modificaciones alotrópicas de la sílica. Ladrillos de sílica. Propiedades. Usos.
- 2.2 Refractarios de alúmina. Materias primas y el proceso Bayer. Liga fosfórica. Ladrillos de alúmina propiedades y aplicaciones.
- 2.3 Refractarios aluminosilicados. Arcillas, refractarios de mullita, microestructura, propiedades y aplicaciones en la industria.
- 2.4 Refractarios de magnesita. Materias primas de origen natural y sintético, Magnesita sinterizada y fundida. Propiedades y aplicaciones.
- 2.5 Refractarios de dolomita. Materias primas, reacciones de estabilización, Propiedades y aplicaciones.
- 2.6 Refractarios especiales de naturaleza oxidica y no oxidica. Fabricación microestructura y propiedades.
- 2.7 Materiales aislantes. Materias primas, fabricación y propiedades.
- 2.8 Aplicaciones

Capítulo 3. Materiales arcillosos y cementos

- 4.1 Arcillas y caolines, minerales en arcillas arcillas, sílica, feldspatos, cerámicas triaxiales
- 4.2 Procesos de conformado en cerámicas, colada, conformado plástico, bajo presión,
- 4.3 Procesos de secado y sinterización, reacciones de secado, reacciones de sinterización y posteriores
- 4.4 Procedimientos de esmaltado y decoración
- 4.5 Productos estructurales de arcillas, cuerpos blancos, porcelanas, esteatitas.
- 4.6 Cementos, materias primas, producción del clinker, fases presentes en el clinker y reacciones dentro del Horno rotatorio, investigación del clinker.
- 4.7 Materiales cementicios, escorias de la industria metalúrgica, puzolanas.
- 4.8 Reacciones de hidratación en cementos, endurecimiento y fraguado, hidratación del clinker, tipos de cementos.

Capítulo 4. Materiales vítreos

- 3.1 Historia, estructura y formación del vidrio,
- 3.2 Fundición del vidrio. Materias primas, fusión, refinación, enfriamiento, vidrio flotado.
- 3.3 Tipos de vidrios. Boratos, fosfatos, homogéneos, heterogéneos, coloreados.
- 3.4 Propiedades de los vidrios. Densidad, expansión térmica, conductividad térmica, dureza, resistencia mecánica, estabilidad química, propiedades ópticas y eléctricas.
- 3.5 Cerámica-vidrio
- 3.6 Fibras vítreas.
- 3.7 Aplicaciones

Capítulo 5. Cerámicas para materiales compuestos

- 5.1 Definición y clasificación de los materiales compuestos de matriz metálica (MMC) y de matriz cerámica (CMC).

- 5.2 Cerámicos usados en reforzamiento de MMC. Cerámicos usados en matrices cerámicas y en reforzamiento de CMC. Sistemas basados en óxidos y no-óxidos.
- 5.3 Microestructura/comportamiento a la fractura de fibras cerámicas reforzantes,
- 5.4 interfaces fibras matriz cerámica.
- 5.5 Ejemplos de sistemas cerámicos óxidos y no-óxidos CMC y MMC.
- 5.6 Criterios de estabilidad de uniones cerámico/cerámico y cerámico/metal.
- 5.7 Propiedades de materiales cerámicos más comunes usados en el diseño de materiales compuestos.

Capítulo 6. Cerámicas semiconductoras

- 6.1 Conductores, aislantes, semiconductores. El modelo de bandas
- 6.2 Mecanismos de conducción en semiconductores
- 6.3 Generación y recombinación de portadores de carga
- 6.4 Tipos de semiconductores, Superficies semiconductoras, La estructura MIS
- 6.5 Contactos metal-semiconductores. Diodos y transistores
- 6.6 Producción, nanoestructura, propiedades de películas delgadas de óxidos y no óxidos.
- 6.7 Dopaje, difusión, oxidación térmica, metalización

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Se utilizarán extensamente los recursos de internet de sitios especializados en materiales cerámicos

- El curso está totalmente preparado para ser ofrecido con ayuda de presentación Power Point.
- Se facilitará al estudiante las notas del curso preparadas y editadas en computadora por el profesor
- Durante el curso se hará uso de videos experimentales é información práctica
- A lo largo del curso y como parte del horario de clase se trabajarán sesiones con participación activa del estudiante, en las cuales se ejercitará la materia vista en clase. Dichos tutorales tienen valor en la calificación final
- El estudiante efectuará prácticas de laboratorio con valor incidente en la calificación final

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

- Exámenes 50%
- Prácticas de Laboratorio 20%
- Tareas y tutorías 30%

6. BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

W.D. Kingery Introduction to ceramics
John Wiley. 1960

J.H. Chesters
Refractories Production and Properties
David Brown Book Company. London.1973

Ralph Rieder
Interfaces in materials
John Wiley and Sons. Inc., New York. 1997

Anthony R. West
Solid State chemistry
J. Wiley e Sons 1990

W. Baumgart, A.C. Dunham. G. Christian Amstutz
Process Mineralogy of Ceramic Materials
Elsevier NY. 1984

D. W. Richerson
Modern Ceramic Engineering
M. Dekker inc., 1990

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Comportamiento Mecánico

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos:12

Prerequisitos: Mecánica del Medio Continuo, Mecánica de materiales

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la corrosión es un proceso que denota la destrucción de un metal por un proceso químico o electroquímico, espontáneo pero controlable. Este problema se encuentra presente en todo tipo de industria y dependiendo de las condiciones, suele ser costoso en un proceso dependiente de la gravedad. El fenómeno de la corrosión se manifiesta en diferentes formas, dependiendo de la interface en donde se efectúe, siendo general o bien localizada, inducida por el medio ambiente o inducida por la presencia de especies promotoras. La corrosión, es un problema, que requiere de un conocimiento firme del proceso, para formular los procesos de protección adecuados para cada caso.

2. OBJETIVO

Es de hacer que el estudiante pueda adentrarse al comportamiento mecánico de los materiales sujetos a cargas estáticas y cíclicas, dislocaciones, fractura. El programa de este curso está dirigido a seguir los siguientes objetivos:

- 1.- Dar al estudiante fundamentos que una vez dominados le sirvan como herramientas con las que puedan diseñar y leer bibliografía en esta área de investigación.
- 2.- Poner de relieve la necesidad de un formato ordenado y sistemático para soluciones de problemas, haciendo las suposiciones necesarias para resolverlos, seleccionando el material y considerando el diseño de la parte componente de una estructura, ya sea una parte de una máquina o viga.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción.

- 1.1 Deformación en una dimensión.
- 1.2 Deformación multiaxial.
- 1.3 Esfuerzo.
 - 1.3.1 Definición de esfuerzo
 - 1.3.2 Esfuerzo multiaxial
- 1.4 Ensayos mecánicos
 - 1.4.1 Ensayo de Tensión (Diagramas esfuerzo deformación).
 - 1.4.2 Ensayos de dureza
 - 1.4.3 Ensayo de tenacidad a la fractura.

Capítulo 2. Dislocaciones en cristales.

- 2.1 Teoría de dislocaciones.
 - 2.1.1 El caso para dislocaciones.

- 2.1.2 Observación de dislocaciones.
- 2.2 El carácter de una dislocación.
 - 2.2.1 Dislocación de borde.
 - 2.2.2 Dislocación de tornillo.
- 2.3 Mecanismos de deformación
 - 2.3.1 Esfuerzo y movimiento de dislocaciones
 - 2.3.2 Esfuerzo de corte resuelto crítico.
 - 2.3.3 Deformación plástica en materiales policristalinos.
 - 2.3.4 Deformación por TWINNING.

Capítulo 3. Fundamentos de MFEL.

- 3.1 Conceptos de MFEL.
 - 3.1.1 Modos de carga.
 - 3.1.2 Factor de intensidad de esfuerzo.
 - 3.1.3 Expresiones K para ciertos tipos de miembros agrietados
 - 3.1.4 Principio de súper posición para modos combinados
- 3.2 Zona plástica en la raíz de una grieta.
- 3.3 Tenacidad a la fractura.
- 3.4 Crecimiento de grieta por fatiga da/dN versus ΔK
 - 4.1.1 Curva Sigmodal da/dN versus ΔK .
 - 4.1.2 Métodos de ensayo para crecimiento de grieta por fatiga con amplitud constante.
 - 4.1.3 da/dN versus ΔK para $R = 0$
- 3.5 Extensión plástica del MFEL mecánica de la fractura elástico plástica.

Capítulo 4. Ensayo de fatiga y el enfoque esfuerzo-vida.

- 4.1 Cargas de fatiga, máquinas de ensayo y especímenes.
 - 4.1.1 Tipos de carga para fatiga.
 - 4.1.2 Máquinas de ensayo por fatiga.
 - 4.1.3 Especímenes para el ensayo de fatiga.
- 4.2 Curvas esfuerzo-vida (S-L).
 - 4.2.1 Comportamiento general (S-N)
 - 4.2.2 Limite a la fatiga bajo esfuerzo uniaxial totalmente reversible.
- 4.3 efecto del esfuerzo promedio en el comportamiento S-N.
- 4.4 Factores que influyen en comportamiento S-N.
 - 4.4.1 Microestructura
 - 4.4.2 Efecto del Tamaño
 - 4.4.3 Terminado superficial
 - 4.4.4 Frecuencia
- 4.5 Relación Representación y aproximación de las curvas S-N.
- 4.6 Ejemplos de estimación de vida siguiendo el enfoque S-N.

Capítulo 5. Deformación cíclica y enfoque deformación vida (ϵ -N)

- 5.1 Ensayo de tensión monótonico y comportamiento esfuerzo-deformación.
- 5.2 Métodos de deformación controlada
- 5.3 Deformación del material dependiente en el cíclico y comportamiento esfuerzo-deformación cíclico.

- 5.4 Enfoque de estimación de vida basada en la deformación (ϵ -N)
- 5.5 Determinación de las propiedades deformación-vida.
- 5.5 Terminado superficial y otros factores que influyen en el comportamiento deformación-vida.
- 5.6 Que hacer y qué no hacer en el diseño.

Capítulo 6. Deformación de alta temperatura

- 6.1 Creep.
- 6.2 Parametro Larson-Miller
- 6.3 Criterio de falla Monkman-Grant.
- 6.4 Creep y Mecanismos de relajación en materiales cristalinos.
- 6.5 Ley de potencia de Creep.
- 6.5 Mecanismos de difusión de creep.
- 6.6 Deslizamiento de la frontera de grano.
- 6.7 Recristalización dinámica.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El desarrollo del curso será llevado a cabo mediante la utilización de material de apoyo Exposición del maestro utilizando el pizarrón, computadora y cañón (presentación Power Point) realizado por el profesor que se encontrará disponible para el estudiante. El estudiante participará a lo largo del curso con la presentación tareas en exposición frente al grupo, se recurrirá al análisis y discusión de artículos de problemas tipo entregados por el profesor. El estudiante realizará sesiones prácticas en el laboratorio en pruebas mecánicas en materiales.

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

- 30% examen final
- 30% examen de medio
- 20% prácticas de laboratorio (2-3 prácticas, 1 semana para entregar)
- 20% Tareas (4-6 tareas asignadas, 1 semana para entregar)

6. BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

- 1.- Mechanical Behavior of Materials, Keith Bowman, John Wiley, 2004.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Corrosión

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos:12

Materias prerequisite: Química general, metalurgia física

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la corrosión es un proceso que denota la destrucción de un metal por un proceso químico o electroquímico, espontáneo pero controlable. Este problema se encuentra presente en todo tipo de industria y dependiendo de las condiciones, suele ser costoso en un proceso dependiente de la gravedad. El fenómeno de la corrosión se manifiesta en diferentes formas, dependiendo de la interface en donde se efectúe, siendo general o bien localizada, inducida por el medio ambiente o inducida por la presencia de especies promotoras. La corrosión, es un problema, que requiere de un conocimiento firme del proceso, para formular los procesos de protección adecuados para cada caso.

2. OBJETIVO

El objetivo general del curso es que el estudiante adquiera un firme conocimiento de los diferentes mecanismos de la corrosión, así como de los agentes corrosivos. También, es importante que el estudiante adquiera conocimiento de las diferentes técnicas de prueba de la corrosión, adquirirlas en el laboratorio.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Generalidades

- 1.1 Costo de la corrosión
- 1.2 Ingeniería de la corrosión
- 1.3 Definiciones de la corrosión

Capítulo 2. Electrónica

- 2.1 Aspectos electroquímicos
- 2.2 Mecanismos electroquímicos
- 2.3 Tipos de celdas electroquímicas
- 2.4 Electrificación de una interfase
- 2.5 Doble capa eléctrica
- 2.6 Diferencia de potencial a través de la interfase electrificada
- 2.7 Interfases idealmente polarizables, no polarizables
- 2.8 Desarrollo de una escala de diferencia de potencial relativa
- 2.9 Medición de la diferencia de potencial de Volta en la interfase electrodo/solución
- 2.10 Transferencia de carga
- 2.11 Ecuación básica de electrodo, la ecuación de Butler-Bolmer
- 2.12 Cuantificación de la transferencia de carga

2.13 Trafico de electrones en la interfase

Capítulo 3. Principios de corrosión

- 3.1 Expresiones de velocidad de corrosión
- 3.2 Polarización
- 3.3 Pasivación
- 3.4 Efectos del medio ambiente
- 3.5 Aspectos metalúrgicos

Capítulo 4. Formas más comunes de la corrosión

- 4.1 Corrosión uniforme
- 4.2 Corrosión galvánica
- 4.3 Corrosión en cavidades
- 4.4 Corrosión por picado
- 4.5 Corrosión intergranular
- 4.6 Corrosión selectiva
- 4.7 Corrosión por erosión
- 4.8 Corrosión bajo tensión

Capítulo 5. Principios de la teoría moderna

- 5.1 Termodinámica y corrosión
- 5.2 Densidad de corriente de intercambio
- 5.3 Polarización por activación
- 5.4 Polarización por concentración
- 5.5 Polarización combinada
- 5.6 Mezcla de electrodos
- 5.7 Pasivación

Capítulo 6. Aplicaciones de la teoría moderna

- 6.1 Predicción del comportamiento de la corrosión
- 6.2 Efecto de los oxidantes
- 6.3 Efecto de la velocidad
- 6.4 Evaluación de aleaciones
- 6.5 Protección anódica y catódica
- 6.6 Extrapolación de Tafel
- 6.7 Polarización lineal

Capítulo 7. Pruebas de la corrosión

- 7.1 Clasificación
- 7.2 Propósitos
- 7.3 Preparación de pruebas
- 7.4 Técnicas de exposición
- 7.5 Interpretación de resultados

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El desarrollo del curso será llevado a cabo mediante la utilización de material de apoyo (presentación Power Point) realizado por el profesor que se encontrará disponible para el

estudiante. El estudiante participará a lo largo del curso con la presentación de uno de los temas y para lograr una mejor comprensión del curso, se recurrirá al análisis y discusión de artículos científicos proporcionados por el profesor. El estudiante realizará sesiones prácticas en el laboratorio para mejor entendimiento del uso de diversas técnicas de evaluación de la corrosión.

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

| | |
|---------------------------|-----|
| - Exámenes | 50% |
| - Discusión de Artículos | 20% |
| - Proyecto de Laboratorio | 20% |
| - Tareas | 10% |

6. BIBLIOGRAFIA RELEVANTE

Allen J. Bard and Larry R. Faulkner
Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications
John Wiley & Sons. New York.

Mars G. Fontana, Norbert D. Green.
Corrosion Engineering
McGraw-Hill Book Co., New York

Herbert H. Uhlig
Corrosion and Corrosion Control
John Wiley & Sons Inc., New York.

Herbert H. Uhlig
The Corrosion Handbook
John Wiley & Sons Inc. New York.

Robert G. Kelly, John R Scully, David W Shoesmith & Rudolph G. Buchheit
Electrochemical Techniques in Corrosion Science and Engineering
CRC Press, Taylor & Francis Group.

Philippe Marcus & Florian Mansfeld
Analytical Methods in Corrosion Science and Engineering
CRC Press, Taylor & Francis Group.

Pierre R. Roberge
Handbook of Corrosion Engineering
Mc Graw-Hill.

Dominique L. Piron
The Electrochemistry of Corrosion
NACE International, Houston, TX. 1994.

Z. Szklarska-Smialowska
Pitting Corrosion of Metals
NACE International, Houston, TX 1986.

John O'M. Bockris and Amulya K. N. Reddy
Modern Electrochemistry, Vols. I y II
A Plenum/Rosetta Edition. New York.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales

Programa del Curso

Elemento finito

Actividad académica de especialización

Duración: 16 semanas

Horas/semana/mes: 6

Número de créditos: 12

Materias prerequisite: Matemáticas

1. INTRODUCCION

El método de elemento finito permite al estudiante analizar de manera confiable y con detalle muchos de los problemas prácticos que se presentan en la ingeniería en general y particularmente en la metalurgia y ciencia de materiales.

2. OBJETIVO

Que el estudiante:

1. Comprenda los principios del método de elemento finito (MEF);
2. Comprenda como trabaja el MEF, sus ventajas y limitaciones;
3. Desarrolle habilidad para formular, implementar, y verificar una formulación de elemento finito para una aplicación de ingeniería dada.
4. Comprenda la estructura de los programas comerciales de MEF.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción al método de elemento finito

- 1.1 Introducción
- 1.2 Historia del MEF
- 1.3 Conceptos básicos de análisis matricial
- 1.4 Problemas discretos y problemas continuos
- 1.5 Programas comerciales

Capítulo 2. Método directo y método variacional

- 2.1 Definición
- 2.2 Introducción al método directo
- 2.3 Ejemplos
- 2.4 Analogías entre sistemas discretos
- 2.5 El enfoque variacional

Capítulo 3. Método de residuos ponderados (MRP)

- 3.1 Introducción
- 3.2 Métodos de residuos ponderados
- 3.3 Ejemplos y discusión

Capítulo 4. Problemas unidimensionales

- 4.1 Introducción
- 4.2 Problemas estáticos

- 4.3 Problemas térmicos
- 4.4 Problemas de mecánica de fluidos
- 4.5 Otros ejemplos de aplicación

Capítulo 5. Elementos unidimensionales avanzados

- 5.1 Introducción
- 5.2 Elementos lagrangianos
- 5.3 Integración numérica
- 5.4 Formulación isoparamétrica
- 5.5 Aplicación del elemento isoparamétrico a la ecuación de Poisson
- 5.6 Problemas

Capítulo 6. Armaduras y marco

- 6.1 Elemento barra 2D
- 6.2 Ejemplos
- 6.3 Elementos barra 3D

Capítulo 7. Elementos planos

- 7.1 Introducción
- 7.2 Problemas elásticos
- 7.3 Problemas de transferencia de calor
- 7.4 Ejemplos

Capítulo 8. Aspectos fundamentales de la sinterización

- 8.1 Efectos de la geometría
- 8.2 Microestructura y propiedades mecánicas
- 8.3 Transporte de materia
- 8.4 Sinterización de compuestos simples y multicomponentes

Capítulo 9. Análisis de problemas no lineales

- 9.1 Introducción
- 9.2 Ejemplos de problemas no lineales

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- El método de enseñanza es mediante exposición oral mediante diapositivas usando PowerPoint.
- Solución de problemas
- Discusión con el estudiante de los aspectos más finos en la aplicación del método de elemento finito.
- Problemas de tarea
- Exámenes
- Proyecto de aplicación

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

| | |
|--------------------|-----|
| Tareas | 25% |
| Exámenes parciales | 25% |
| Proyecto | 20% |
| Examen final | 30% |

6. BIBLIOGRAFIA RELEVANTE

Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.
El Método de los Elementos Finitos
4ª. Ed., McGraw Hill, Vol. I, 1995

Bathe, K.J.
Finite Element Procedures
Prentice-Hall, 1997

Y. W. Kwon.
The Finite Element Method Using MATLAB
CRC, 1997

Robert D. Cook, David S. Malkus , Michael E. Plesha , Robert J. Witt
Concepts and applications of finite element analysis. 4th Edition. John Wiley & Sons, 2001.

PNPC-000185: Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales
Programa del Curso
Ensayos No destructivos
Actividad académica de especialización
Duración: 16 semanas
Horas/semana/mes: 6
Número de créditos:12

Materias prerequisite: Matemáticas

1. INTRODUCCION

Son técnicas de inspección que se utilizan para la detección y evaluación de las posibles discontinuidades que puedan existir tanto en la superficie como en el interior de los materiales metálicos (placa rolada, material forjado, piezas de fundición, soldadura, etc.) que se emplean para la fabricación de recipientes sujetos a presión, tanques atmosféricos, válvulas, árboles,

cabezales, tubería, etc.; a estas técnicas se les llama Pruebas No Destructivas porque al aplicarlas, los materiales no se destruyen ni se ven afectadas sus propiedades físicas, químicas, mecánicas y/o características dimensionales.

2. OBJETIVO

Familiarizar al estudiante con los principios fundamentales de la caracterización no destructiva en materiales e introducirlos a las más importantes aplicaciones ingenieriles en este campo. Este curso cubrirá las técnicas básicas en la aplicación de los ensayos no destructivos dentro del campo de la caracterización de los materiales.

3. CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción

- 1.1 Técnicas de inspección superficial
- 1.2 Técnicas de inspección volumétrica
- 1.3 Técnicas de inspección de la integridad
- 1.4 Ventajas de los Ensayos No Destructivos
- 1.5 Limitaciones de los Ensayos No Destructivos
- 1.6 Selección de Ensayos No Destructivos adecuado

Capítulo 2. Inspección visual

- 2.1 Requisitos de inspección visual
- 2.2 Herramientas de inspección visual
- 2.3 Ventajas de inspección visual
- 2.4 Limitaciones de inspección visual
- 2.6 Aplicaciones de inspección visual

Capítulo 3. Líquidos penetrantes

- 3.1 Requisitos de líquidos penetrantes
- 3.2 Herramientas de líquidos penetrantes
- 3.3 Ventajas de líquidos penetrantes
- 3.4 Limitaciones de líquidos penetrantes
- 3.5 Secuencia de líquidos penetrantes
- 3.6 Aplicaciones de líquidos penetrantes

Capítulo 4. Partículas magnéticas

- 4.1 Requisitos de partículas magnéticas
- 4.2 Herramientas de partículas magnéticas
- 3.3 Ventajas de partículas magnéticas
- 3.4 Limitaciones de partículas magnéticas
- 3.5 Secuencia de partículas magnéticas
- 3.6 Aplicaciones de partículas magnéticas

Capítulo 5. Ultrasonido

- 5.1 Historia del ultrasonido
- 5.2 Estado del arte
- 5.4 Teoría del ultrasonido

- 5.3 Técnicas de contacto
- 5.4 Técnicas de inmersión
- 5.5 Equipo de ultrasonido
- 5.6 Ultrasonido convencional vs ultrasonido con arreglo de fase
- 5.7 Aplicaciones
- 5.8 Ventajas y limitaciones
- 5.9 Mediciones de espesores por métodos ultrasónicos
- 5.9 Determinación ultrasónica de constantes elásticas y propiedades en materiales

Capítulo 6. Prácticas de Ultrasonido

- 6.1 Mediciones de espesores por métodos ultrasónicos
- 6.2 Determinación ultrasónica de constantes elásticas y propiedades en materiales
- 6.3 Caracterización de defectos e imperfecciones en soldaduras
- 6.4 Determinación de la anisotropía en materiales

Capítulo 7. Emisión Acústica

- 7.1 Requisitos de emisión acústica
- 7.2 Herramientas de emisión acústica
- 7.3 Ventajas de emisión acústica
- 7.4 Limitaciones de emisión acústica
- 7.5 Secuencia de emisión acústica
- 7.6 Aplicaciones de emisión acústica

Capítulo 8. Códigos ASME y estándares

- 8.1. Inspección visual
- 8.2 Líquidos penetrantes
- 8.3 Partículas magnéticas
- 8.4 Ultrasonido
- 8.5 Ultrasonido con arreglo de fase

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Revisión de conceptos, análisis y solución de problemas en clase Lectura de material fuera de clase.
- Ejercicios fuera de clase (tareas) Investigación documental
- Elaboración de reportes técnicos o proyectos Prácticas de laboratorio en una materia asociada

5. CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La forma de evaluar comprende los siguientes porcentajes, debiendo acreditar como mínimo 80% del total de puntos:

| | |
|--------------------|-----|
| Tareas | 25% |
| Exámenes parciales | 25% |
| Examen final | 50% |