



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROYECTO DE MODIFICACIÓN
DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN
INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**TÍTULO QUE SE OTORGA:
INGENIERO (A) DE MINAS Y METALURGISTA**

FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO TÉCNICO: 9 DE MAYO DE 2014

**FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS FÍSICO
MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS: 6 DE MAYO DE 2015**

RESUMEN EJECUTIVO



**CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS
CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
Y DE LAS INGENIERÍAS**



CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS
CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
Y DE LAS INGENIERÍAS

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	5
1.1	Antecedentes	5
2	FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN	6
2.1	Principales modificaciones al proyecto	9
3	METODOLOGÍA	12
4	PLAN DE ESTUDIOS.....	13
4.1	Objetivos del plan de estudios.....	13
4.2	Perfiles.....	13
4.2.1	De ingreso	13
4.2.2	De egreso.....	14
4.3	Duración de los estudios, total de créditos y de asignaturas	15
4.4	Estructura del plan de estudios	15
4.5	Mecanismos de flexibilidad	16
4.6	Seriación	17
4.7	Mapa curricular	17
4.8	Requisitos.....	19
4.8.1	De ingreso	19
4.8.2	Extracurriculares y prerrequisitos	19
4.8.3	De permanencia	19
4.8.4	De egreso.....	19
4.8.5	De titulación	20
5	CONDICIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	21
5.1	Recursos humanos	21
5.2	Infraestructura.....	21
6	EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	22
7	REFERENCIAS.....	23



CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS
CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
Y DE LAS INGENIERÍAS

1 PRESENTACIÓN

La Facultad de Ingeniería de la UNAM cuenta con una matrícula de 14 mil alumnos en doce licenciaturas y un millar en cuatro programas de posgrado. Anualmente, la Facultad titula a más de 1,000 ingenieros y gradúa a más de 200 especialistas y maestros, y del orden de 40 doctores en Ingeniería.

La Facultad ha tenido una permanente actualización de sus planes y programas de estudios y, conforme a la evolución tecnológica de las últimas décadas, ha venido creando nuevas licenciaturas en áreas de desarrollo estratégico. Todos los programas académicos de la Facultad de Ingeniería incluyen asignaturas de carácter socio-humanístico y todas las licenciaturas que se imparten cuentan con reconocimiento del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C.

En escuelas de ingeniería con las dimensiones de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y con la variedad de programas de licenciatura que se ofrecen, el deseo de mantener actualizado el currículum presenta desafíos muy especiales. Los ingenieros en formación deben desarrollar competencias de innovación tecnológica, y los planes de estudio, por lo tanto, responder a esta demanda con programas académicos actualizados.

Vinculados por la naturaleza de su profesión a la producción de bienes y a la explotación y beneficio de recursos naturales, los ingenieros de minas y metalurgistas mexicanos han cumplido con la función que la sociedad les ha demandado.

Las oportunidades para desarrollar una Ingeniería de Minas y Metalurgia mexicana se centran principalmente en la producción y comercialización de materias primas, bajo la condición de que sean competitivos en calidad y con costos a nivel internacional. En este sentido, es esencial dar un valor agregado al producto que se genera aplicando, sobre todo, los conocimientos adquiridos de ingeniería que permitan diagnosticar, desarrollar, diseñar e innovar metodologías, tecnología, procesos o sistemas encaminados hacia dichos objetivos.

1.1 Antecedentes

La Facultad de Ingeniería es la escuela de ingeniería más antigua en América y la primera institución de carácter científico del continente. Su precursor, el Real Seminario de Minería, abrió sus puertas a la docencia en 1792 y el primer edificio construido para la enseñanza de ingeniería en México fue el Palacio de Minería, que orgullosamente forma parte del patrimonio con que cuenta la Institución.

Desde su creación en 1843, el plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia ha tenido modificaciones diversas con la finalidad de ir adaptando el perfil de

los egresados a las necesidades que la sociedad ha ido demandando. Después de haber recibido el nombre de Ingeniería de Minas en 1843 y de Ingeniería Metalurgista en 1935, la licenciatura ha mantenido el nombre de Ingeniería de Minas y Metalurgia a partir de la modificación realizada en 1939. De 1968 a la fecha, se han realizado los ajustes, algunos de ellos con una diferencia de 4 o 5 años en promedio, otros con una diferencia de un año y otros más con 9 o 10 años, pero siempre apegados a la legislación universitaria y con un espíritu de renovación.

2 FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN

Como punto de partida para analizar y formular recomendaciones concretas, tanto para la elaboración y actualización de planes y programas de estudio y de modelos educativos, como para su implantación, supervisión del cumplimiento y evaluación, el Comité de Carrera debe tener claramente fundamentado y definido el perfil del egresado de acuerdo con las condiciones del país y con el estado del arte de la profesión a mediano y largo plazos, incluyendo actitudes, aptitudes, habilidades y conocimientos necesarios, de tal suerte que, una vez definido el perfil del egresado, se proceda con el diseño a nivel general del plan de estudios para la licenciatura, adecuarlo y actualizarlo, principalmente en los siguientes aspectos: los objetivos generales del plan de estudios; los lineamientos básicos para la revisión del plan de estudios (nivel de generalidad o especialidad) así como las asignaturas que lo integran. Todo ello queda finalmente incorporado en un documento denominado: plan y programas de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

En virtud de lo anterior, y por acuerdo del grupo de trabajo del área de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, se tomó la decisión de elaborar un trabajo de investigación que sirvió como fundamento para el Comité de Carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgista a lo largo de su importante tarea de análisis, formulación de recomendaciones y asesoría a las autoridades de la Facultad en todo lo relacionado con los planes y programas de estudio de la licenciatura citada. Esta investigación cubrió el análisis en diferentes ámbitos de acción en los siguientes apartados:

- Avances de la disciplina
- Campo de trabajo actual y potencial, y necesidades sociales que atiende el plan
- Estudios similares que se imparten en los ámbitos nacional e internacional
- Síntesis para la integración del proyecto de modificación
- Principales modificaciones al proyecto

En esta fundamentación se consideraron tres grandes ejes y se actualizaron por nuestro Comité de Carrera:

- (1) La opinión de los empleadores o mercado laboral donde se desarrollarán los egresados;
- (2) La situación que guardan los planes y programas de estudio a nivel internacional a modo de estudio comparativo (*benchmarking*); y
- (3) el estado del arte que guarda la profesión tanto a nivel nacional como internacional y hacia dónde se dirige, es decir, su prospección o exploración de posibilidades futuras basadas en los indicios presentes.

En cada uno de estos ejes se encontraron propuestas o acciones tanto independientes como correlacionadas.

El eje (1) se orienta a aquellos aspectos que satisfacen sus propias necesidades. Por ejemplo, la solicitud de incorporar conocimientos técnicos de vanguardia como software, sensores remotos, métodos modernos de extracción metalúrgica, habilidades administrativas, actitudes propositivas, valores éticos y de responsabilidad social ofreciendo, por su parte, complementos educativos a los estudiantes con becas y estancias profesionales, para incrementar su vinculación con la industria.

En términos generales, los empleadores opinan que los egresados deben estar orientados hacia aquellos aspectos que satisfagan sus necesidades (CGM - SE, 2009). Para ello deberán contar con lo siguiente:

- Fortaleza en conocimientos técnicos de la licenciatura
- Fortaleza en valores como honestidad, franqueza, ética, compromiso
- Observan una debilidad en conocimientos económico- administrativos, así como en temas de actualidad, como aplicaciones informáticas o el inglés
- Debilidad en las habilidades sociales o interpersonales como profesionistas
- Y, en opinión de los empleadores, la capacidad de reacción de las IES es lenta

En el eje (2), mínimos internacionales, se observan interesantes casos de éxito, producto de la prospección a largo plazo que han realizado los autores e instituciones abordadas. Destaca por ejemplo, la afirmación de que la colaboración entre los proveedores educativos es la clave para la sustentabilidad a largo plazo y la mejora de la calidad en la educación de la minería (Scoble, 2008)

En los mínimos internacionales de la academia se aprecian acciones concretas derivadas de ejercicios de prospección de largo alcance y presentan aspectos como los siguientes:

- Fortaleza en planes y programas de estudio de vanguardia (automatización o informática)
- Una orientación hacia las ciencias de la ingeniería aplicada en años más tempranos

- Lo anterior permite, entre otras cosas, incrementar la carga de asignaturas de ingeniería aplicada
- Acciones concretas de refuerzo en aspectos sociales, económicos y administrativos (desarrollo sustentable o eficiencia operativa)
- Un convencimiento de que la colaboración entre los proveedores educativos es la clave para la sustentabilidad a largo plazo y la mejora de la calidad en la educación de la minería
- Una fuerte preocupación ante la escasez de egresados, ahora y en el futuro
- Convencimiento de que lo único permanente es el cambio y la necesidad de que la formación incluya su capacidad de adaptarse al cambio, la incertidumbre y la ambigüedad
- Acciones concretas en aspectos de sistemas, tecnologías, comunicación, eficiencia operativa y mejora continua, automatización y control, desarrollo sustentable y medio ambiente, adaptabilidad. Todo lo anterior sin descuidar los elementos fundamentales de la educación minera y la capacidad de aprender, analizar, sintetizar, diseñar y aplicar los conocimientos a casos y situaciones prácticas
- Conformación de asociaciones, federaciones o consejos entre universidades para lograr sinergias en las técnicas de aprendizaje
- Educación continua como una forma de vida

En el eje (3), estado del arte, se encuentra un sector minero-metalúrgico sujeto a un cambio y constante evolución, matizado siempre por un común denominador representado por la necesidad de incrementar la productividad dentro del marco de un desarrollo sustentable. La necesidad de cambio es constante y como muestra de ello se presentan los siguientes:

- Una minería altamente productiva y con bajos costos de producción
- Un incremento en la eficiencia de los procesos, desde la exploración hasta el producto terminado
- Uso de técnicas superiores de exploración y determinación de recursos
- Mejoras en la eficiencia y seguridad en la operación
- Optimización en los consumos y emisiones minimizando impactos
- Desarrollo de alianzas y mercados para optimizar la explotación y beneficio de productos mineros
- Mejoras regulatorias gubernamentales
- Incrementar el nivel de comunicación y educativo de los participantes en el sector, así como apoyo y sensibilización del público en general hacia la actividad minero-metalúrgica
- Flexibilización de los planes de estudio hacia la diversidad de aplicaciones de la industria

- Educación continua, educación multidisciplinaria, especialización
- Utilización de tecnología de punta como automatización, comunicación satelital, sensores de control, robótica, computadoras, microprocesadores, tecnología de imágenes, etc.

Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

- a) En el rubro de los empleadores: reforzar los conocimientos técnicos; agregar habilidades administrativas y habilidades sociales o interpersonales de una persona o de un profesionista, a través de las cuales se puede contribuir a establecer una trayectoria exitosa en una organización.
- b) Por parte de la academia internacional: refuerzo en los conocimientos fundamentales; refuerzo en los conocimientos de vanguardia; crear alianzas y sinergias entre instituciones educativas; Sensibilización hacia el cambio y la incertidumbre así como la educación y la mejora continua
- c) En el estado del arte de la profesión: Alta productividad y bajos costos; Mejora continua de los procesos; Eficiencia y seguridad; Desarrollo sustentable; Alianzas y mejoras regulatorias

2.1 Principales modificaciones al proyecto

Derivado del inciso anterior, las principales modificaciones que destacan con mayor precisión los cambios en este proyecto son las siguientes:

- Para mantener un estricto perfil técnico y moderno:
 - a) Se actualizan los temarios de las asignaturas de las áreas de Minería, Metalurgia, Económico-Administrativas y Construcción, los cuales se comentan más adelante.
 - b) Se revisó la pertinencia de las asignaturas optativas y se actualizaron sus contenidos: Cierre de Operaciones Mineras, Depósitos de Residuos Mineros, Ventilación, Explotación de Minerales no Metálicos y Voladura de Rocas. Se eliminan las asignaturas que no se impartieron en los últimos años.
 - c) Se incorporan como obligatorias asignaturas de ingeniería aplicada como Geotecnia de excavaciones.
- Con el objeto de estructurar contenidos evitando la duplicidad:
 - a) Se identifican las asignaturas que presentan duplicidad y se rediseña su contenido.
 - Algunos temas de las asignaturas Economía Minera y Administración de Inversiones Mineras presentan duplicidad por lo que se conforma una nueva asignatura denominada Administración Aplicada a la Minería y se incorpora la asignatura Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión que ya existía en el Departamento de Ingeniería de Minas y Metalurgia pero que es impartida a otras licenciaturas de la Facultad.

- Incrementar la carga académica de la ingeniería aplicada fortaleciendo la modelación y el diseño:
 - a) Se rediseña el eje central de asignaturas del área de conocimiento de la Minería con los siguientes cambios:
 - Se actualizan los temarios de las asignaturas Fundamentos de Explotación de Minas, Explotación de Minas Subterráneas y Explotación de Minas a Cielo Abierto.
 - Derivado de lo anterior, se modifica la asignatura Operaciones Auxiliares para la Explotación de Minas y se crea una nueva asignatura denominada Introducción al Diseño de Operaciones Mineras.
 - Con estos cambios, se modifica también la asignatura Proyectos Minero-Metalúrgicos quedando ahora como Diseño de Operaciones Mineras.
 - Adicionalmente, se establecen nuevas líneas de seriación que permiten al alumno un mejor aprovechamiento de sus materias.
 - b) Se rediseña el eje central de asignaturas del área de conocimiento de la Metalurgia Extractiva con los siguientes cambios:
 - Se crea una nueva asignatura denominada Fundamentos de Metalurgia Extractiva la cual permite realizar una introducción a los conceptos básicos a fin de posteriormente aplicarlos en los procesos de beneficio de minerales.
 - Con lo anterior, las asignaturas Preparación Mecánica de Minerales y Concentración de Minerales se fusionan en una sola creando una nueva asignatura denominada Preparación y Concentración de Minerales.
 - De igual forma, las asignaturas Pirometalurgia e Hidroelectrometalurgia se fusionan en una sola, creando la nueva asignatura denominada Hidro y Pirometalurgia.
 - Finalmente, se crea una nueva asignatura denominada Diseño de Operaciones Metalúrgicas con el objeto de fortalecer la modelación y el diseño de dichas operaciones.
 - Con estos cambios, se modifica también la asignatura Proyectos minero-metalúrgicos atendiendo a una de las observaciones de los académicos del área del conocimiento de Metalurgia en el sentido de distribuir la carga académica en dos asignaturas, es decir, Diseño de Operaciones Mineras y Diseño de Operaciones Metalúrgicas, dado el poco tiempo que se le dedica a la parte Metalúrgica en la asignatura mencionada al principio de este párrafo.



- Para ajustarnos a la formación de ciencias básicas y humanísticas:
 - a) Se adecuó la ubicación de las asignaturas de la División de Ciencias Básicas y de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de acuerdo con sus propias recomendaciones.
 - b) Se incluyeron las asignaturas optativas de Ciencias Básicas como obligatorias necesarias para la licenciatura: Química de Ciencias de la Tierra, Mecánica, Estadística, Dibujo y Fundamentos de Termodinámica y Electromagnetismo.
 - c) Se incluyó la asignatura optativa de Ciencias Sociales y Humanidades: Redacción y Exposición de Temas de Ingeniería como obligatoria y como optativas los talleres y seminarios socio-humanísticos.
- Al reorientar la formación en las ciencias geológicas:
 - a) Se solicita al departamento de Ingeniería Geológica el rediseño de la asignatura Prospección Minera así como el análisis de la pertinencia de la asignatura Yacimientos Minerales. Derivado de lo anterior, se crea una nueva asignatura denominada Prospección y Exploración Minera que incorpora los aspectos relacionados con la geología en la industria minera y la prospección y exploración de yacimientos minerales.
- Con la finalidad de reducir la carga académica del área de Ingeniería Civil:
 - a) Se fusionan las asignaturas Mecánica y Comportamiento de Materiales y Materiales y Procedimientos de Construcción en una sola denominada Mecánica Aplicada y Procedimientos de Construcción.
 - b) Con lo anterior, se reduce la carga de tres a dos asignaturas relacionadas con la Ingeniería Civil.
- En la búsqueda de establecer mecanismos que incrementen la eficiencia terminal de la licenciatura:
 - a) Se propone la incorporación de una nueva asignatura denominada Introducción a la Ingeniería de Minas y Metalurgia en el primer semestre de la licenciatura con lo cual se busca acercar a los estudiantes al sector minero-metalúrgico.
 - b) Reducir la carga académica de los primeros dos semestres a cinco asignaturas por semestre, alternando las materias de Ciencias Básicas con una de Ciencias Sociales y Humanidades (Cultura y Comunicación) así como las de Ciencias de la Ingeniería (Introducción a la Ingeniería de Minas y Metalurgia, Geología General y Mineralogía) de tal forma que los estudiantes tengan la oportunidad de enfrentarse en forma más temprana a las áreas del conocimiento de su licenciatura.
 - c) Ofrecer un plan curricular con un máximo de seis asignaturas por semestre, a partir del tercero y hasta el octavo y que en ningún caso supera los 48 créditos.
- Para promover la formación de las habilidades personales:

- a) Incorporar la asignatura Redacción y Exposición de Temas de Ingeniería como obligatoria de la División de Ciencias Sociales y Humanidades atendiendo a la necesidad de reforzar las habilidades de comunicación de los estudiantes.
- b) Permitir que los estudiantes elijan la asignatura de Liderazgo que imparte la División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- c) Incorporar estas habilidades dentro del temario de la asignatura Administración Aplicada a la Minería.

3 METODOLOGÍA

El análisis y la revisión periódica de los planes y programas de estudio forman parte del proceso educativo de la Facultad, y estos a su vez encuentran su sustento en la Normatividad Académica de la UNAM, específicamente en el Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio; dicho proceso se dividió en tres fases.

Los hechos relevantes de dichas fases fueron los siguientes: inicio de las actividades de esta revisión por parte del Comité de Carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia, se remonta a mediados del año 2010; Elaboración de un trabajo titulado “Investigación del perfil de egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia” presentada en la *XXIX Convención Internacional de Minería, AIMMGM,AC* en octubre de 2011 (Ramírez F., 2011); Conformación de 5 Subcomités de acuerdo a las áreas de conocimiento de la profesión en febrero de 2012; Preparación y entrega de la propuesta de proyecto integrada en octubre de 2012.

Durante las sesiones de trabajo de las Fases I y II, se mantuvieron nutridas discusiones académicas con las divisiones de Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanidades, así como con el Comité de Carrera, con objeto de diseñar contenidos académicos adecuados a las asignaturas cruzadas entre el nuevo plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia, con todos los elementos mencionados anteriormente.

La fase III dio inicio a partir de noviembre de 2012 y consistió en la integración de los Tomos I y II como proyecto de Fundamentación del nuevo plan y programas de estudio. Incluye también la aprobación de los proyectos por parte del Consejo Técnico y del CAACFMI y el fin del proceso consiste en la puesta en marcha de los nuevos planes y programas de estudio.

4 PLAN DE ESTUDIOS

4.1 Objetivos del plan de estudios

El objetivo general del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia, está enfocado a la formación profesional e integral de recursos humanos de alto nivel en el campo de la minería y la metalurgia extractiva con un enfoque social y sustentable. El plan de estudios les deberá dar las bases para:

- Ser competitivos nacional e internacionalmente
- Contar con habilidades, actitudes y valores que les permitan un desempeño pleno del ejercicio profesional, la investigación y la docencia
- Desarrollar la capacidad de actualizar continuamente sus conocimientos
- Ser poseedores de una marcada formación humanista que dé sentido a sus actos y compromisos con la Universidad y con México.

Las características de la formación profesional de quienes cursen el plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia, se encuentran descritos en los perfiles de egreso, general y específico que a continuación se incluyen.

4.2 Perfiles

4.2.1 De ingreso

El estudiante interesado en ingresar a la Licenciatura en Ingeniería de Minas y Metalurgia, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, debe ser egresado de la Escuela Nacional Preparatoria, del Colegio de Ciencias y Humanidades o de otros programas de Educación Media Superior. Es conveniente que haya cursado el área de las Ciencias Físico-Matemáticas o el conjunto de asignaturas relacionadas con estos campos de conocimiento en el Colegio de Ciencias y Humanidades o en otros planes de estudio de Educación Media Superior. Requiere poseer conocimientos de Matemáticas en Álgebra, Geometría Analítica y Cálculo Diferencial e Integral de funciones de una variable; también debe contar con buenos conocimientos de Física, particularmente en lo que respecta a temas relacionados con la Mecánica Clásica, así como conocimientos generales de Química, Geología y Computación. Es también provechoso que posea conocimientos de inglés, por lo menos a nivel de comprensión de textos. Por lo que respecta a las habilidades, es importante que tenga disposición para el trabajo en equipo, capacidad de análisis, síntesis y de adaptación a situaciones nuevas, así como un espíritu creativo.



4.2.2 De egreso

Perfil General¹

Los egresados de la Facultad de Ingeniería deberán poseer: capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, con sensibilidad social y ética profesional; y con potencialidad y vocación para constituirse en factor de cambio.

Perfil Específico²

Al finalizar su formación profesional, el egresado de la licenciatura en Ingeniería de Minas y Metalurgia poseerá los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

1. El egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia estará capacitado con un cúmulo de conocimientos técnicos, tanto teóricos como prácticos, que le confieren su formación para el ejercicio de la profesión.
2. El egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia estará capacitado en aquellas habilidades administrativas e interpersonales que le permitan interactuar con la sociedad, sus semejantes y el entorno en general, para coadyuvarlo en el logro de sus objetivos y el servicio a la sociedad, como profesionista de la ingeniería.
3. El egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia estará fuertemente sensibilizado hacia el desarrollo sustentable en todas sus facetas; no sólo la relacionada con el medio ambiente sino con el uso eficiente y racional de los recursos, la rentabilidad económica de los proyectos, la mejora continua de los procesos, la preservación de la integridad del ser humano, inclusive más allá de su seguridad e higiene, es decir, en el respeto a sus derechos y la equidad; en otras palabras, un desarrollo sustentable social, ecológico y económico.
4. El egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia dispondrá de conocimientos específicos en tecnologías de vanguardia que le permitan entender, auto educarse y adaptarse rápidamente a los cambios inherentes al ejercicio de la profesión.
5. El egresado de la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia tendrá muy claro “su compromiso con el desarrollo del país, para no caer en la fantasía de lo inmediato y lo

¹ En el caso de este plan de estudios, el perfil de egreso general se refiere a los conocimientos, habilidades y actitudes que deben poseer todos los ingenieros egresados de la Facultad de Ingeniería.

² El perfil de egreso específico hace referencia a los conocimientos, habilidades y actitudes que deben poseer los Ingenieros de Minas y Metalurgia egresados de la Facultad de Ingeniería.

intrascendente, y para nunca acostumbrarse al dolor de los demás, a la injusticia ni a perder la capacidad de asombro e indignación” (DGCS - UNAM)³.

Perfil profesional

El ingeniero de minas y metalurgista puede laborar tanto en el sector público como en el privado, ocupando puestos que van desde la supervisión hasta la dirección.

Entre los organismos públicos en los que colabora, destacan las Secretarías de Economía, de Energía, de Desarrollo Social; el Fideicomiso de Fomento Minero y el Servicio Geológico Mexicano, principalmente.

Asimismo, se desempeña en firmas de consultoría, en empresas mineras privadas y proveedoras de la industria. La actividad docente puede ejercerla en centros educativos de nivel medio superior y superior, y la de investigación en institutos, instituciones gubernamentales y en centros de investigación privados. El mercado de trabajo se relaciona con la actividad de la industria minero-metalúrgica, que a su vez depende de la relación oferta-demanda de los productos minerales, a nivel nacional e internacional. Sin embargo, México ha sido, es y seguirá siendo un país cuyos recursos minerales garantizan la continuidad de la actividad. Aunado a lo anterior, la demanda y dependencia de los recursos naturales muestra un incremento constante asociado directamente al crecimiento de la población mundial.

4.3 Duración de los estudios, total de créditos y de asignaturas

El plan de estudios propuesto para la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia se cursará en diez semestres y consta de 56 asignaturas con 427 créditos totales, de los cuales 391 son obligatorios distribuidos en 50 asignaturas y 36 son optativos distribuidos en 6 asignaturas. El alumno podrá cursar semestralmente como máximo 60 créditos, cualquiera que sea la suma de asignaturas.

4.4 Estructura del plan de estudios

La estructura curricular del plan de estudios de las licenciaturas que se ofrecen en la Facultad de Ingeniería contempla la formación en cinco grandes áreas: Ciencias Básicas, que representan el 25.3 % de los créditos del plan propuesto para la licenciatura, Ciencias Sociales y Humanidades, el 9.4 %, Ciencias de la Ingeniería, el 26.9 %, Ingeniería Aplicada, un 25.8 % y otras asignaturas convenientes que representan el 12.6 % de los créditos propuestos. El plan de estudios propuesto rebasa los requerimientos mínimos que

³ Mensaje tomado del discurso de bienvenida del Rector de la UNAM, Dr. José Narro Robles a la generación 2009

establece el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) en todas y cada una de las áreas mencionadas.

4.5 Mecanismos de flexibilidad

Seriación mínima

Para facilitar el avance escolar de los alumnos, el plan de estudios considera la seriación mínima indispensable entre asignaturas

Bloque móvil

Es el mecanismo que, junto con la seriación obligatoria entre asignaturas, permite regular el avance escolar ordenado de los estudiantes. El bloque móvil acota el conjunto de las asignaturas a las que un estudiante puede inscribirse semestralmente.

El alumno podrá cursar asignaturas comprendidas dentro de tres semestres consecutivos, contados a partir del semestre en que se ubique la asignatura más rezagada; así, por ejemplo, un alumno podrá cursar asignaturas hasta del cuarto semestre cuando haya aprobado completamente las del primero; hasta del quinto semestre cuando haya aprobado completamente todas las asignaturas del primero y el segundo; y así sucesivamente. La movilidad de los alumnos al interior del bloque deberá respetar, si es el caso, la seriación obligatoria entre asignaturas que se indica en los mapas curriculares, es decir, el alumno no podrá cursar asignaturas seriadas sin haber aprobado las materias antecedentes.

Para los alumnos de nuevo ingreso, el bloque móvil se aplicará a partir de su segundo semestre de inscripción, contando las asignaturas no acreditadas del primero, en su caso, como integrantes del bloque.

Movilidad

El plan de estudios propuesto permite que los alumnos puedan cursar asignaturas en otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, o en otros planteles de la UNAM, conforme a los artículos 58 al 60 del *Reglamento General de Estudios Universitarios*, al *Acuerdo por el que se establece el Programa de Movilidad Estudiantil de la Universidad Nacional Autónoma de México* y al *Programa de movilidad estudiantil para alumnos de licenciatura* aprobado por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería, y que, en su caso, dichas asignaturas puedan ser revalidadas, todo ello atendiendo a que los contenidos sean dictaminados como equivalentes por el Coordinador de Carrera y se cumplan los requisitos establecidos por la administración escolar para su validación.

Titulación

La Facultad de Ingeniería ofrece diez opciones de titulación, las cuales se detallan en el apartado 4.8.5 *Requisitos de Titulación* y en el *Reglamento de opciones de titulación para las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería*, aprobado por el Consejo Técnico.

4.6 Seriación

El plan de estudios contempla seriación obligatoria entre algunas asignaturas, con la finalidad de asegurar que el estudiante tenga los conocimientos antecedentes necesarios al momento de cursar asignaturas que así lo requieren. La seriación obligatoria, en su caso, se indica en el mapa curricular del plan de estudios propuesto y en los programas de cada una de sus asignaturas.

En cuanto a la seriación indicativa, es la estructura propia del plan la que marca el orden sugerido para cursar las asignaturas, de acuerdo con el semestre en que se ubican, según el mapa curricular.

4.7 Mapa curricular

En la siguiente figura se presenta el mapa curricular del plan propuesto para la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA DE

INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA

Asignaturas Curriculares

Semestre	Asignaturas Curriculares						Créditos		
	En obligatorias	En optativas	Totales	En obligatorias	En optativas	Totales	En obligatorias	En optativas	Totales
1	ALGEBRA 8 140 p 00 T=40	CÁLCULO Y GEOMETRÍA ANALÍTICA 12 160 p 00 T=60	GEOLÓGIA GENERAL 13 130 p 30 T=60	CULTURA Y COMUNICACION 2 100 p 20 T=20	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA 4 120 p 00 T=20		35		35
2	ALGEBRA LINEAL 8 140 p 00 T=40	CÁLCULO INTEGRAL 8 140 p 00 T=40	MINERALOGÍA 10 130 p 30 T=60	QUÍMICA DE CIENCIAS DE LA TIERRA (L+) 10 140 p 20 T=60	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN (L) 10 140 p 20 T=60		45		45
3	CÁLCULO VECTORIAL 8 140 p 00 T=40	ECUACIONES DIFERENCIALES 8 140 p 00 T=40	PETROLOGÍA (L) 6 120 p 20 T=60	FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROQUÍMICO (L+) 10 140 p 20 T=60	RELACION Y EXPOSICIÓN DE TEMAS DE INGENIERÍA 6 120 p 20 T=60	DEBIDO 6 120 p 20 T=40	44		44
4	MECÁNICA 12 160 p 00 T=60	ANÁLISIS NUMÉRICO 8 140 p 00 T=40	PROBABILIDAD 8 140 p 00 T=40	FISICOQUÍMICA 8 140 p 00 T=40	TALLER OPTATIVO SOCIOHUMANÍSTICO 2 100 p 20 T=20	GEOMETRÍA DESCRIPTIVA APLICADA 6 120 p 20 T=40	42	2	44
5	MÉTODOS DE MEDICIÓN MINERO-CARTOGRAFICOS (P) 11 140 p 30 T=70	INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA 8 140 p 00 T=40	ESTADÍSTICA 8 140 p 00 T=40	ANÁLISIS QUÍMICO (L) 4 120 p 40 T=60	LEGISLACIÓN MINERA 4 120 p 00 T=20	GEOLÓGIA ESTRUCTURAL 8 140 p 00 T=40	47		47
6	FUNDAMENTOS PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINAS (P+) 8 140 p 00 T=40	FUNDAMENTOS DE METALURGÍA EXTRACTIVA 8 140 p 00 T=40	MECÁNICA DE ROCAS 8 140 p 00 T=40	MECÁNICA DE FLUIDOS 8 140 p 00 T=40	PROYECCIÓN Y EXPLORACIÓN MINERA 6 120 p 00 T=30	LITERATURA HISPANOAMERICANA CONTEMPORÁNEA 6 120 p 20 T=40	44		44
7	EXPLOTACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS (P+) 8 140 p 00 T=40	PREPARACIÓN Y CONCENTRACION DE MINERALES (P+) 8 140 p 00 T=40	GEOSTRATÉGICA 8 140 p 00 T=40	GEOTECNIA DE EXCAVACION 8 140 p 00 T=40	MECÁNICA APLICADA Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION 8 140 p 00 T=40	SEMINARIO OPTATIVO SOCIOHUMANÍSTICO 2 100 p 20 T=20	40	2	42
8	EXPLOTACIÓN DE MINAS A CIELO ABIERTO (P+) 8 140 p 00 T=40	HIDRO Y PERIOMETALURGIA (P+) 8 140 p 00 T=40	INSTALACIONES MINERO-METALURGICAS 8 140 p 00 T=40	GESTIÓN AMBIENTAL EN MINERÍA 8 140 p 00 T=40	ÉTICA PROFESIONAL 6 120 p 20 T=40	ADMINISTRACIÓN APLICADA A LA MINERÍA 8 140 p 00 T=40	46		46
9	INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE OPERACIONES MINERAS 8 140 p 00 T=40	DISEÑO DE OPERACIONES METALURGICAS 8 140 p 00 T=40	OPTATIVA 8 140 p 00 T=40	OPTATIVA 8 140 p 00 T=40	ANÁLISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN 8 140 p 00 T=40		24	16	40
10	DISEÑO DE OPERACIONES MINERAS 8 140 p 00 T=40	RECURSOS Y NECESIDADES DE MEDIO 8 140 p 00 T=40	GESTIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE 8 140 p 00 T=40	OPTATIVA 8 140 p 00 T=40	OPTATIVA 8 140 p 00 T=40		24	16	40

- Ciencias Básicas (108 créditos)
- Ciencias de la Ingeniería (115 créditos)
- Ingeniería Aplicada (110 créditos)
- Ciencias Sociales y Humanidades (40 créditos)
- Otras asignaturas convenientes (54 créditos)

Créditos de asignaturas obligatorias	391
Créditos de asignaturas optativas	36
Créditos totales	427
Horas teóricas	3120
Horas prácticas	592
Pensum académico (horas)	3712

- Notas**
- (L+) Indica laboratorio por separado
 - (L) Indica laboratorio incluido
 - (P+) Indica prácticas por separado
 - (P) Indica prácticas incluidas
 - t Indica horas teóricas
 - p Indica horas prácticas
 - T Indica total de horas
 - Indica seriación obligatoria



TALLERES Y SEMINARIOS OPTATIVOS DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: HISTORIA Y PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA (2)
SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: INGENIERÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS (2)
SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: INGENIERÍA Y SUSTENTABILIDAD (2)
TALLER SOCIOHUMANÍSTICO - CREATIVIDAD (2)
TALLER SOCIOHUMANÍSTICO- LIDERAZGO (2)

OPTATIVAS

CIERRE DE OPERACIONES MINERAS (8)
DEPÓSITOS DE RESIDUOS MINEROS (8)
FENÓMENOS INTERFACIALES (8)
HIDROGEOLOGÍA (9)
MINERALES NO METÁLICOS (8)
MOLIENDA FINA Y ULTRAFINA (8)
TEMAS SELECTOS (6)
VENTILACIÓN (8)
VOLADURA DE ROCAS (8)
YACIMIENTOS MINERALES Y TÉCNICAS ANALÍTICAS (9)

ESTANCIAS OBLIGATORIAS (Sin Créditos)*

MÉTODOS DE MEDICIÓN MINERO-CARTOGRÁFICOS
EXPLOTACIÓN DE MINAS
METALURGIA

* Son requisito de titulación.

4.8 Requisitos

4.8.1 De ingreso

El aspirante a ingresar a la licenciatura de Ingeniería de Minas y Metalurgia debe cumplir con los requisitos estipulados por la Legislación Universitaria, específicamente en el *Reglamento General de Inscripciones*, en los artículos 2º y 4º.

Adicionalmente, el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería ha estipulado, como requisito obligatorio para los alumnos de primer ingreso a la licenciatura, la presentación de un examen diagnóstico de conocimientos en física, química y matemáticas. El examen es preparado por profesores adscritos a la División de Ciencias Básicas de la Facultad, junto con pares académicos del bachillerato universitario.

4.8.2 Extracurriculares y prerrequisitos

La Facultad de Ingeniería no tiene establecido ningún requisito extracurricular o prerrequisito para el ingreso de los estudiantes a las licenciaturas que ofrece.

4.8.3 De permanencia

Los límites de tiempo que tiene un alumno para cursar el plan de estudios están establecidos en los artículos 22, 23, 24 y 25 del *Reglamento General de Inscripciones* de la UNAM.

4.8.4 De egreso

El alumno deberá haber cursado y aprobado el 100 por ciento de créditos y el total de las asignaturas contempladas en el plan de estudios.

4.8.5 De titulación

Con base en los artículos 66, 68 y 69 del *Reglamento General de Estudios Universitarios* y en las disposiciones sobre la materia del Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería, en adición a los requisitos de egreso ya señalados, el alumno deberá presentar la constancia de haber realizado el Servicio Social, de acuerdo con la Legislación Universitaria, aprobar un examen de comprensión de lectura de una lengua extranjera, preferentemente el idioma inglés o los idiomas francés, alemán, italiano, ruso, chino o japonés, y acreditarlo mediante constancia expedida por el Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras de la UNAM (CELE) u otro centro de idiomas de las Facultades de Estudios Superiores la UNAM, o bien, presentar constancia debidamente certificada de una evaluación similar aplicada en otra facultad o escuela de la UNAM, diseñada para cumplir como de requisito de egreso a nivel licenciatura. Asimismo, el alumno también podrá acreditar este requisito, mediante constancias o comprobantes de haber completado, durante o al final de sus estudios, todos los niveles de un curso de lectura y/o dominio de alguno de los idiomas señalados, impartido en el CELE o los centros de idiomas de las Facultades de Estudios Superiores la UNAM; o bien, cursos similares en otros facultades y escuelas de la UNAM siempre que estén avalados por el CELE. Adicionalmente, se podrá considerar válida una certificación emitida por un organismo externo a la UNAM, mediante constancia de equivalencia expedida por la Dirección de la Facultad, que designará una comisión dedicada a mantener actualizado un catálogo de organismos certificadores autorizados, con la indicación del nivel requerido en cada caso. Además de cumplir con lo estipulado en el *Reglamento de opciones de titulación para las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería*, pudiendo optar por alguna de las siguientes modalidades:

1. Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional
2. Titulación por actividad de investigación
3. Titulación por seminario de tesis o tesina
4. Titulación mediante examen general de conocimientos
5. Titulación por totalidad de créditos y alto nivel académico
6. Titulación por trabajo profesional
7. Titulación mediante estudios de posgrado
8. Titulación por ampliación y profundización de conocimientos
9. Titulación por Servicio Social
10. Titulación por actividad de apoyo a la docencia

La titulación no contabiliza créditos y puede tener efecto con cualquiera de las modalidades señaladas, atendiendo a los requisitos y al proceso de instrumentación especificados para cada opción de titulación por el Consejo Técnico en el *Reglamento* citado.

Adicionalmente, los alumnos tendrán que realizar tres estancias obligatorias señaladas en el mapa curricular que no tienen valor en créditos.

Las Estancias Profesionales tienen por objetivo que el estudiante comprenda y aplique prácticamente los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas de Métodos de Medición Minero-Cartográficos, Fundamentos para la Explotación de Minas, Explotación de Minas Subterráneas, Explotación de Minas a Cielo Abierto, Fundamentos de Metalurgia Extractiva, Preparación y Concentración de Minerales e Hidro y Pirometalurgia durante un periodo mínimo de 30 días en una unidad minero-metalúrgica.

5 CONDICIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan propuesto deberá ser aprobado por el pleno del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI) y tendrá vigencia a partir del ciclo lectivo inmediato posterior a su aprobación. Se aplicará a los alumnos que ingresen a la licenciatura a partir del semestre 2016-I.

5.1 Recursos humanos

La Facultad de Ingeniería dispone de la planta académica suficiente y competente para impartir todas las asignaturas del plan de estudios y con el personal administrativo necesario para apoyar sus actividades. En adición a los académicos adscritos formalmente a la Facultad, las labores docentes inherentes a este plan de estudios serán apoyadas por un número importante de investigadores de institutos y centros universitarios que impartirán asignaturas de sus áreas de especialidad.

5.2 Infraestructura

La Facultad dispone de más de 25 edificios que albergan: más de 150 aulas, la mayor parte de ellas equipadas con computadora, video proyector y pizarrón electrónico; 130 laboratorios y talleres; 4 bibliotecas, con acervos conjuntos de más de 500 mil volúmenes; varios centros especializados (de documentación, de apoyo a la docencia, de investigación, etc.); salas de cómputo para estudiantes y docentes con más de 500 equipos en total; 4 auditorios con capacidad conjunta para 900 personas; cubículos para profesores y técnicos; y diversos espacios destinados a la administración académica de la entidad. Todo ello representa una superficie conjunta del orden de 100 mil metros cuadrados de construcción.

En la División de Ciencias Básicas, que da servicio a todas las licenciaturas de la Facultad, operan diez laboratorios, con capacidades conjuntas para atender 400 alumnos por sesión, y cinco aulas de cómputo para 160 alumnos en total.

Por su parte, la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra cuenta con laboratorios de Química Analítica, Metalurgia Extractiva para la Preparación y Concentración de Minerales, laboratorios de Mineralogía, Petrología y Yacimientos Minerales así como el laboratorio de Diseño de Explotación de Minas con los programas de actualidad que coadyuvan al modelado de yacimiento mineral y al diseño de una nueva mina tanto subterránea como a cielo abierto.

Adicionalmente, y tomando en cuenta que las prácticas de campo constituyen una de las principales estrategias de enseñanza-aprendizaje y que las operaciones mineras no necesariamente se encuentran cercanas a la Ciudad de México, la Facultad de Ingeniería dispone de una sólida infraestructura de transportes con una amplia gama de camionetas, operadores experimentados, póliza de seguros de la Universidad, así como un Reglamento de Prácticas de la Universidad y otro específico de la Facultad. La División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra programa y gestiona del orden del 95 prácticas de campo/año, de las cuales aproximadamente 26 se destinan a distritos mineros. Además, al año se gestionan 80 estancias profesionales con una duración de un mes para estudiantes de Ingeniería de Minas y Metalurgia.

6 EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

La evaluación de un plan de estudios es un proceso continuo y dinámico, basado en necesidades que pueden ser cambiantes y en avances de las disciplinas. Por ello, resulta imprescindible actualizarlo de manera permanente. Por otra parte, será de primordial importancia determinar los logros obtenidos, así como las deficiencias detectadas en el plan de estudios, una vez que esté en vigor.

Por tales motivos se debe contemplar la evaluación externa, la cual estará en función del impacto social que pueda tener el egresado de la licenciatura; es decir, que cumpla con el perfil adecuado para solucionar los problemas propios de su área y, en consecuencia, cubra las necesidades que el ámbito social le demanda. En paralelo debe efectuarse una evaluación interna, la cual estará en función de los logros académicos de los objetivos del plan propuesto, así como de los programas de estudio, y del análisis profundo de la estructura curricular.

La Coordinación de la Carrera realizará en forma permanente actividades de análisis e investigación para evaluar y actualizar el plan de estudios.

Está previsto llevar a cabo las siguientes actividades:

- Análisis de la vigencia de los objetivos con respecto a los avances de la disciplina y los cambios tecnológicos y sociales
- Actualización de contenidos y bibliografía de las diferentes asignaturas
- Análisis de la secuencia e interrelación de las asignaturas
- Evaluación de los alumnos
- Evaluación de los profesores
- Evaluación de la infraestructura institucional

Para realizar la evaluación y promover la actualización del currículum, se propone lo siguiente:

- Plan de evaluación interna
- Plan de evaluación externa
- Reestructuración del currículum, en su caso

7 REFERENCIAS

CGM - SE. (2009). *Diagnóstico sobre el perfil profesional del egreso de ciencias de la tierra - sector minero metalúrgico*. México, D.F.: Coordinación General de Minería, Secretaría de Economía.

DGCS - UNAM. (s.f.). *Página del Rector, Dirección General de Comunicación Social*. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de <http://www.dgi.unam.mx/rector/htmldiscursos/080814.html>

Ramírez F., G. (2011). Investigación del perfil del egresado de la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista. *Acta de sesiones, XXIX Convención Internacional de Minería, AIMMGM,AC., 753 - 758*.

Scoble, M. (2008). *Mining Education Australia (MEA) mining engineering degree program – External review: assessment, recommendations & conclusions*. Adelaide: Independent Report to MEA Executive, (unpublished).