

110  
1 ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

## PROYECTO DE EQUIPAMIENTO DE LABORATORIOS Y TALLERES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

T E S I S  
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
 INGENIERO EN COMPUTACION  
 P R E S E N T A :  
 LOURDES MARCELA PEÑA LARTIGUE  
 Y QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
 INGENIERO MECANICO  
 E L E C T R I C I S T A  
 P R E S E N T A :  
 CUAUHTEMOC PEREZ DIBILDOX

Director de Tesis: Ing. Juan José Carreón Granados

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON.  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Contenido

Introducción .....	3
--------------------	---

## Capítulo 1

Antecedentes .....	7
Objetivos de la Facultad de Ingeniería .....	8
Funciones de la Facultad de Ingeniería .....	9
Licenciaturas en la Facultad de Ingeniería .....	10
Estructura y organización de la FI .....	11
Estructura orgánica .....	15

## Capítulo 2

Situación actual .....	29
------------------------	----

## Capítulo 3

Problemas .....	35
Matrícula .....	35
Reprobación, rezago y deserción .....	39
Titulación .....	42
Egresados .....	47
Posgrado .....	49
Investigación .....	50
Escuela-industria .....	53
Profesores .....	54

Matrícula del personal académico .....	59
Acciones que proponemos .....	60
Acciones colaterales .....	63
Actividades deportivas, culturales y de extensión académica .....	65
Instalaciones y planta física. ....	65
Presupuesto .....	69

## **Capítulo 4**

<b>Consideraciones .....</b>	<b>75</b>
Ingeniería global .....	75
Situación en México .....	77
Importancia de la enseñanza-aprendizaje para la globalización .....	79
El proceso enseñanza-aprendizaje en México .....	80
Proceso enseñanza-aprendizaje en la FI .....	80

## **Capítulo 5**

<b>Posibilidades de respuesta .....</b>	<b>85</b>
Metas de infraestructura .....	88

## **Capítulo 6**

<b>Alcances .....</b>	<b>109</b>
-----------------------	------------

## Capítulo 7

Conclusiones .....	113
--------------------	-----

## Apéndice A

Alternativas .....	117
Diferenciación de escenarios .....	120
Evaluación del incremento de productividad de las alternativas .....	121
Programa para la ingeniería global .....	122

## Apéndice B

Plan de acción de la UNAM .....	127
La justificación del cambio .....	127
Actualidad de la UNAM .....	127
Cambios políticos, económicos y sociales a escala mundial .....	128
El Sistema Nacional de Educación Superior .....	128
El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología .....	129
La investigación en Ciencias Sociales y Humanidades .....	129
Condiciones y posibilidades de la UNAM .....	130
Objetivos del Plan de Acción .....	130
Estrategias del cambio .....	131
Programa UNAM-BID .....	132
Estrategia de trabajo .....	132
Logros esperados .....	133
Bibliografía Consultada .....	137

## **Introducción**

---

# Introducción

El papel de la educación, especialmente a nivel superior, toma especial importancia debido al surgimiento de la economía global. Con la firma del Tratado de Libre Comercio, México deberá enfrentarse a la competencia internacional, mejorando la formación de ingenieros, pues sólo con la superación académica de éstos, la Facultad de Ingeniería de la UNAM consolidará su prestigio nacional e internacional.

Los cambios económicos, políticos y sociales, en todo el mundo han hecho necesario mejorar sustancialmente el sistema de educación superior, dándole un fuerte impulso hacia el desarrollo de ciencia y tecnología.

En este sentido, la Facultad corre el riesgo de quedar al margen de ese desarrollo, pues en los últimos años, diversas áreas de la ingeniería no han brindado una respuesta óptima a las necesidades del país, observándose al mismo tiempo una reducida orientación de la educación superior general hacia la ciencia y la tecnología.

Por el sistema educativo vigente en México, la calidad de los ingenieros que egresan cada año no alcanzan la calidad y ritmo de países industrializados, como Japón, Estados Unidos y Alemania.

Es por esto, que la Universidad Nacional, en su Plan de Acción, plantea como uno de sus objetivos ampliar y fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología con mejores y más fuertes vínculos con el entorno social.

Para ello se han diseñado diversos programas, acciones y medidas, entre las que destaca el Programa UNAM-BID, de corte educativo, orientado al fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en la UNAM. Comprende bachillerato, licenciatura y posgrado, y se sustenta en la renovación de infraestructura y equipo científico, buscando mejorar la calidad de los recursos humanos, y la enseñanza teórica y experimental, a fin de obtener mejoras en los índices educativos.

En el desarrollo de este programa se contemplan todas las dependencias académicas de la UNAM, ya sean de docencia o de investigación, identificando los problemas que pueden ser resueltos en el marco del programa, mediante la justificación de sus necesidades y requerimientos financieros.

Respecto al Proyecto de mejora de la infraestructura de la Facultad de Ingeniería, éste contribuirá a fortalecer el desarrollo científico y tecnológico, para lo cual se desarrolló en tres etapas, integradas con la información necesaria para plantear los problemas y necesidades de la Facultad. En ese sentido, se elaboró una descripción de laboratorios, talleres y otras instalaciones; se contempló la renovación, adquisición y ampliación de equipo y materiales para cada órgano, y el costo estimado de los mismos; especificando las actividades necesarias que asegurarán un nivel adecuado de operación y mantenimiento de obras, equipos e instalaciones.

Por diversas razones, como la falta de interés y de credibilidad hacia el proyecto, la información para elaborar el presente trabajo, no fue lo completa que se deseaba; sin embargo, podría asegurarse que a medida que este programa se vaya desarrollando, mejorarán las condiciones de los laboratorios, se superará el proceso enseñanza-aprendizaje, y se realizará más y mejor investigación. Además, aumentará la eficacia y productividad de la institución, el egresado tendrá una mejor capacitación para su desarrollo profesional, y existirá una mayor vinculación con la industria, y con los sectores público y privado. En general, se incrementará la infraestructura en ciencia y tecnología. Todo ello contemplado en los respectivos corto, mediano y largo plazos.

Al realizarse el Proyecto de Infraestructura se combatirá gran cantidad de los problemas que enfrenta la Facultad, con lo cual el país recibirá un fuerte impulso para competir en el sistema de economía global.

Se presentan dos apéndices; el primero sobre las alternativas que propone la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería, y el segundo, sobre el Plan de Acción de la UNAM.



## **Capítulo 1**

---

## Antecedentes

La Universidad Nacional Autónoma de México se creó para satisfacer necesidades fundamentales de educación superior y desarrollo cultural, a través de una amplia capacidad de respuestas, y un alto compromiso social.

Sin embargo, la capacidad científica y de innovación tecnológica, así como del potencial de adaptación y de asimilación del conocimiento, siempre han dependido en gran medida tanto de la ubicación de cada país, como de la suficiencia de cada sociedad para lograr sus objetivos.

El antecedente más lejano de un desarrollo de infraestructura y de cultura en México, se remonta al siglo XVI, con la Real y Pontificia Universidad, a fin de dar una educación que la sociedad y gobierno demandaban; para ello se tomó como modelo la de Salamanca.

Durante años, los niveles profesionales impartieron al virreinato un timbre de alta educación, máxime que el número de licenciaturas, maestrías y doctorados se hacía creciente.

Las humanidades captaron la mayor atención educativa, la que estaba a cargo de las órdenes religiosas, en tanto que la construcción civil, la mantuvo el Ayuntamiento a través de los maestros mayores.

No fue sino hasta el momento en que la ampliación y consolidación de infraestructura del siglo XVIII señalaron que la rama técnica no estaba suficientemente atendida, por lo que una de las acciones mayores de esa centuria fue desarrollar, entre otras ciencias exactas, la ingeniería de minas como antecedente de otras ingenierías.

Con la creación del Real Seminario de Minería en 1792, como la primera Casa de Ciencias en América, empezó la formación de cuadros de alta calidad profesional para abarcar diferentes áreas de la ingeniería.

Lo anterior inició una tradición educativa acorde con los avances de la ciencia y de la tecnología, en apoyo a la competitividad de las estructuras económicas. Sin embargo, discontinuidades históricas hicieron que en algunos momentos, casi desapareciera esa tradición tecnológica, lo que se reflejó en una de las debilidades del sistema de

educación superior a partir del primer tercio del siglo XIX, en una reducida orientación hacia la ciencia y la tecnología.

Conforme el país se consolidó y surgió una tendencia nacionalista, la Universidad Nacional procuró afinar un perfil que le permitiera, responder a los retos que los cambios nacionales y mundiales imponían a la educación mexicana.

En sus diferentes denominaciones, y en sus respuestas a lo largo de 200 años de existencia de la Máxima Casa de Estudios, han egresado innumerables profesionales en las diversas ramas de la ingeniería, y se han gestado conceptos y técnicas que han contribuido a la construcción del México actual, hasta llegar a la actual Facultad de Ingeniería, la que conserva e incrementa su papel como institución dinámica, líder en la formación de los recursos que demanda el desarrollo del país.

## **Objetivos de la Facultad de Ingeniería**

- Impartir educación superior a nivel de licenciatura, especialización, maestría y doctorado en las diferentes ramas de ingeniería, para contribuir a la formación de profesionales, investigadores y profesores que coadyuven al desarrollo nacional.
- Realizar y difundir investigaciones sobre problemas de interés nacional, que promuevan el desarrollo tecnológico y contribuyan a la actualización y especialización de profesionales en las distintas ramas de ingeniería.
- Promover actividades orientadas a un mayor acercamiento con el entorno social y cultural para lograr la educación integral de la comunidad de la Facultad.
- Ofrecer cursos de educación continua a profesionales de ingeniería y áreas afines.

## Funciones de la Facultad de Ingeniería

---

- Desarrollar planes y programas de estudio que se han determinado y elaborado para obtener los grados de licenciatura en las carreras de: Ingeniero Civil, Ingeniero Topógrafo y Geodesta, Ingeniero Mecánico Electricista, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Minas y Metalurgista, Ingeniero Petrolero, Ingeniero Geólogo e Ingeniero Geofísico.
- Impartir cursos para obtener el diploma de especialista en las siguientes ramas de la ingeniería: Construcción, Métodos Artificiales de Producción Petrolera, Obras Hidráulicas, Perforación de Pozos Petroleros, Proyecto de Instalaciones Eléctricas, Proyecto de Instalaciones Mecánicas, Recuperación Secundaria de Yacimientos Petrolíferos Reparación y Terminación de Pozos, Ingeniería Sanitaria y Seguridad de Instalaciones Industriales de Explotación Petrolera.
- Impartir cursos para obtener el grado de Maestro en Ingeniería: Ambiental, de Aprovechamientos Hidráulicos, de Construcción, Eléctrica, Energética, en Estructuras, de Explotación de Recursos Energéticos del Subsuelo, Hidráulica, en Investigación de Operaciones, Mecánica, Mecánica de Suelos, Petrolera y Planeación.
- Impartir cursos para obtener el grado de Doctor en Ingeniería: Ambiental, de Aprovechamientos Hidráulicos, de Construcción, Eléctrica, Energética, en Estructuras, Explotación de Recursos Energéticos del Subsuelo, Hidráulica, en Investigación de Operaciones, Mecánica, Mecánica de Suelos, Petrolera y en Planeación.
- Realizar estudios necesarios sobre planes y programas de estudio de la Facultad y, en su caso, proponer modificaciones que los mantengan actualizados.
- Mantener y fomentar relaciones de intercambio con dependencias universitarias y otras instituciones afines nacionales y extranjeras.
- Preparar conferencias, seminarios, exposiciones y cursos especiales, así como organizar y/o colaborar en congresos científicos nacionales e internacionales, afines a las disciplinas impartidas en la Facultad.
- Preparar personal especializado en docencia e investigación en ingeniería.

- Prestar asesorías a organismos oficiales y descentralizados sobre problemas de ingeniería.
- Publicar la revista Ingeniería, el Semanario de la Facultad, textos técnicos y boletines de información.
- Planear, programar y controlar el servicio social de los alumnos.
- Organizar cursos de formación, actualización y perfeccionamiento para profesionales de las distintas ramas de la ingeniería.
- Realizar investigaciones sobre avances tecnológicos, así como de requerimientos de profesionales de la ingeniería a través de publicaciones y diversos medios de comunicación.
- Difundir en todos los niveles los aspectos generales y conocimientos especializados de la ingeniería a través de publicaciones y diversos medios de comunicación.
- Efectuar las investigaciones básicas y aplicadas, así como realizar desarrollo tecnológico necesario para contribuir a la solución de los problemas del país.
- Llevar a cabo acciones orientadas a la actualización de los profesionales de la ingeniería.
- Organizar actividades relacionadas con extensión académica, cultural, y deportiva.

## **Licenciaturas en la Facultad de Ingeniería**

Tiene ocho licenciaturas: Ingeniería Civil; Computación; Geofísica; Geología; Mecánica Eléctrica (con tres áreas: Industrial, Eléctrica-electrónica, y Mecánica); de Minas y Metalurgista; Petrolera; y Topográfica y Geodesta.

Se estudian en 10 semestres, que incluyen elaboración de tesis profesional. Requieren poco más de 400 créditos académicos y trabajos de laboratorio.

Los programas de cada licenciatura tienen asignaturas terminales, algunas de las cuales pueden escogerse optativamente en ciertas áreas de especialidad. Por ejemplo, la de Ingeniería Mecánica ofrece módulos opcionales en Diseño Mecánico, Fabricación Mecánica, Ingeniería de Proyectos y Energía; y la de Ingeniería Industrial, módulos de Administración y Producción, entre otros.

Los programas y planes de estudio se actualizan de manera continua para adaptarlos a las necesidades del medio profesional y a los avances de la ciencia y la tecnología. Con este fin se instituyeron los Comités de Carrera, uno para cada una de las ocho licenciaturas. Están constituidos por ingenieros y profesores distinguidos de la respectiva especialidad, y por egresados recientes.

El proceso de actualización también requiere revisiones periódicas de los planes completos de estudio. En octubre de 1990, el Consejo Universitario aprobó nuevos planes de estudio para la Facultad. Fueron elaborados por los Comités de Carrera de la Facultad durante tres años en un proceso de revisión donde participaron profesores de carrera y asignatura, egresados, empresas y organizaciones que emplean ingenieros.

Los planes de estudio cubren un amplio espectro de conocimientos y capacidades, y enfatizan las habilidades y los conocimientos básicos en que se apoyan las tecnologías operativas del ingeniero.

Esto responde al hecho de que los conocimientos empíricos, las técnicas operativas y la sensibilidad práctica, no pueden ofrecerse en una escuela, sino que se adquieren mejor en el ejercicio profesional. Además, la constante evolución tecnológica obliga al ingeniero a actualizarse durante toda su vida profesional.

## **Estructura y organización de la FI**

---

La organización académica de la Facultad se basa en la Ley Orgánica y en el Estatuto General de la UNAM, donde se señalan las atribuciones y funciones del director y del Consejo Técnico, este último como órgano de consulta.

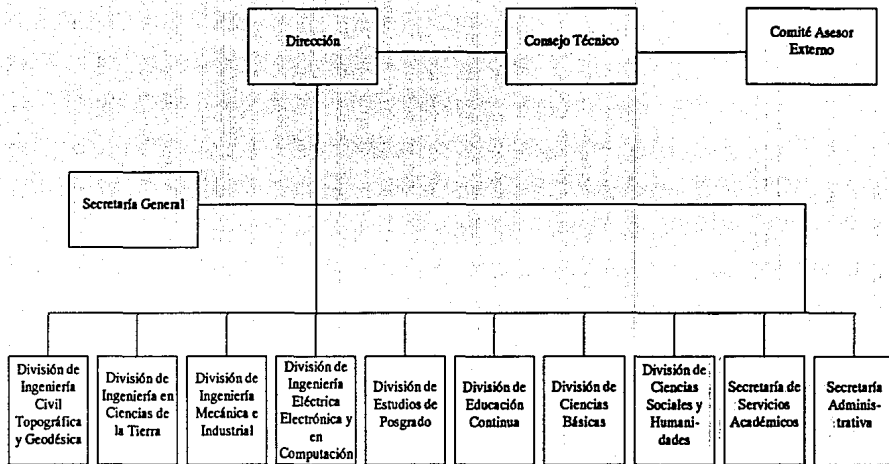


Figura 1.1 Organización académico-administrativa de la Facultad de Ingeniería.

La organización académico-administrativa constituye la estructura en la que se apoyan y enlazan los objetivos institucionales con los de la comunidad estudiantil, de tal manera que los esfuerzos individuales y administrativos sean coordinados y orientados en el cumplimiento de tales propósitos.

Para organizar el esfuerzo, fluidez en la operación de los sistemas académico y administrativo, y en el control continuo de la calidad de las acciones institucionales, se cuenta con mecanismos que garanticen la interconexión entre personas, objetivos, tendencias, normas y recursos.

La formación de profesionales, la investigación, y la difusión del conocimiento, que representan las funciones sustantivas de la Universidad, se llevan a cabo en la Facultad con la participación de estudiantes, profesores e investigadores, a través de acciones diseñadas para ese efecto. La docencia se complementa con investigación básica y aplicada, en colaboración entre maestros y estudiantes con empresas y organizaciones externas a la Universidad.

A nivel licenciatura, la Facultad está integrada por seis divisiones<sup>1</sup>: División de Ciencias Básicas, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, División de Ingeniería Eléctrica Electrónica y en Computación, División de Ingeniería Mecánica e Industrial, y División de Ciencias Sociales y Humanidades.

Cuenta con una División de Estudios de Posgrado (DEPFI) que ofrece especialidades, maestrías y doctorados, y una División de Educación Continua (DEC), destinada a cursos de actualización para profesionales. Gran parte de estos cursos se diseñan de acuerdo con las necesidades de empresas y de organizaciones diversas.

En general, la DEC ofrece cada año, aproximadamente 360 cursos de actualización; de ellos, 180 son abiertos y otro tanto de cursos para empresas específicas; los temas los imparten profesionales mexicanos que han destacado en sus respectivos campos a nivel nacional e internacional. Esta División es autofinanciable desde 1987.

---

1 Véase organigrama académico-administrativo de la Facultad de Ingeniería.



Las divisiones cuentan con un jefe y un secretario; se subdividen en departamentos, que agrupan a los profesores por áreas de especialidad, y tienen a su cargo los cursos de las asignaturas correspondientes.

Para ello, las divisiones de Ingeniería en Ciencias de la Tierra; Civil, Topográfica y Geodésica; Eléctrica, Electrónica y en Computación, y la de Mecánica e Industrial, cuentan para cada una de sus carreras, con:

- a) La Coordinación de Carrera, cuya función primordial es la atención y orientación a los alumnos, desde su ingreso a la Facultad.
- b) El Comité de Carrera, que se encarga de asesorar y proponer recomendaciones concretas para la elaboración y actualización de planes y programas de estudio.

Sus labores académico-administrativas se apoyan en la Secretaría General, la Secretaría de Servicios Académicos, y la Secretaría Administrativa.

## **Estructura orgánica**

---

### **División de Ciencias Básicas.**

**Funciones:** impartir los cursos de las asignaturas básicas, coadyuvar a la actualización de los programas de las asignaturas, y desarrollar actividades tendientes a la superación de su personal.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Departamentos:

Cálculo

Álgebra y Geometría Analítica

Matemáticas Aplicadas

Física

Mecánica

## División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**Funciones:** impartir y coordinar académica y administrativamente las carreras de Ingeniero Geofísico, Ingeniero Geólogo, Ingeniero de Minas y Metalurgista e Ingeniero Petrolero, así como actualizar los planes y programas de estudio que le corresponden.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Departamentos:

Explotación de Minas y Metalurgia

Explotación del Petróleo

Geofísica

Geología y Geotecnia

Yacimientos Minerales

Coordinaciones y Comités de las carreras:

Ingeniería Geofísica

Ingeniería Geológica

Ingeniería de Minas y Metalurgia

Ingeniería Petrolera

**División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica**

**Funciones:** impartir y coordinar académica y administrativamente las carreras de Ingeniero Civil e Ingeniero Topógrafo y Geodesta, así como el actualizar los planes y programas de estudio que le corresponden.

**Integración:****Jefatura****Secretaría****Departamentos:****Construcción****Estructuras****Geotecnia****Hidráulica****Sanitaria****Sistemas y Planeación****Topografía****Geodesia****Fotogrametría****Coordinaciones y Comités de las carreras:****Ingeniería Civil****Ingeniería Topográfica y Geodésica****Departamento de Prácticas y Vinculación Profesional****Centro de Investigación y Desarrollo****Unidad de Cómputo**

## División de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación.

**Funciones:** impartir y coordinar académica y administrativamente las carreras de Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero en Computación, así como actualizar los planes y programas de estudio.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Coordinación y Comité de la Carrera de Ingeniería en Computación

**Departamentos:**

Ingeniería Eléctrica

Ingeniería de Control

Comunicaciones y Electrónica

Ingeniería en Computación

Dos coordinaciones de apoyo

Centro de Diseño Electrónico

Centro de Diseño de Aplicaciones para Computadora

Unidad de Mantenimiento

**División de Ingeniería Mecánica e Industrial.**

**Funciones:** impartir y coordinar académica y administrativamente las carreras de Ingeniero Mecánico Electricista, en las áreas de Ingeniería Mecánica e Industrial, así como actualizar los planes y programas de estudio.

**Integración:****Jefatura****Secretaría****Departamentos:****Ingeniería Mecánica****Ingeniería Termoenergética y Mejoramiento Ambiental****Ingeniería Industrial****Ingeniería Mecatrónica****Centro de Diseño Mecánico****Centro de Investigación de Desarrollo de Investigación Térmica****Coordinaciones:****Servicio Social****Bolsa de Trabajo****Apoyo a la Titulación****Superación y Desarrollo Académico****Prácticas y Visitas****Area**

## División de Ciencias Sociales y Humanidades

**Funciones:** organizar e impartir las materias de carácter social, económico y humanístico que forman parte de los planes de estudio; buscar la mejora de los programas de las asignaturas que le corresponden, y estimular a su personal docente para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Departamentos:

Asignaturas Socio-humanísticas

Actividades Extracurriculares

Extensión

Comité Ejecutivo de la Feria Internacional del Libro

**División de Estudios de Posgrado.**

**Funciones:** formar especialistas, maestros y doctores en las diversas ramas de la ingeniería; promover y realizar actividades de investigación y desarrollo en las áreas de la ingeniería, así como apoyar a las otras divisiones de la Facultad de Ingeniería en el desempeño de sus actividades. Interactuar con otras dependencias de la Universidad, con otras universidades, con centros de enseñanza nacionales y extranjeros, y con los sectores productivos del país para la realización de actividades de investigación y desarrollo.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Departamentos:

Ingeniería Civil

Ingeniería Electromecánica

Ingeniería de Recursos Energéticos y Minerales

Ingeniería de Sistemas



## División de Educación Continua.

**Funciones:** impartir cursos de actualización en áreas afines a ingeniería; organizar seminarios, conferencias, mesas redondas diseñadas para difundir nuevos conocimientos; elaborar apuntes y libros, en colaboración con SEFI, acerca de ingeniería y cultura, y cuidar del acervo histórico de la Facultad de Ingeniería.

**Integración:**

Jefatura

Secretaría

Departamentos:

Cursos Abiertos

Cursos Institucionales

Servicios de Apoyo Académico

Apoyo a la Titulación

Servicios Externos

Contabilidad

Centro de Información y Documentación

Biblioteca Histórica del Palacio de Minería

## Secretaría General

**Funciones:** ejercer el secretariado del Consejo Técnico; supervisar actividades de los órganos de apoyo académico a su cargo; proporcionar a las divisiones apoyo en servicios pedagógicos, de cómputo y otras de su competencia; solicitar a las dependencias a su cargo la formulación de estudios, investigaciones, e informes que requiera el desarrollo académico de la institución; y colaborar con el director en las actividades de planeación, evaluación, y apoyo académico.

**Integración:**

Centro de Cálculo

Centro de Servicios Educativos

Coordinación de Superación del Personal Académico

Unidad de Planeación

Coordinación de Proyectos Especiales

## Secretaría de Servicios Académicos

**Funciones:** proporcionar a profesores y alumnos apoyos de administración escolar, difusión, edición de materiales didácticos, bibliotecas, fotocopiado y audiovisuales; realizar estudios académicos y preparar informes estadísticos solicitados por la dirección; coordinar y supervisar los servicios de transporte y mantenimiento que se requieren en la Facultad, así como promover actividades socioculturales, deportivas, y recreativas que propicien una formación integral de los estudiantes.

**Integración:**

**Secretaría Técnica**

**Coordinación de Bibliotecas**

**Departamentos:**

**Administración Escolar**

**Publicaciones y Difusión**

**Audiovisuales y Fotocopiado**

**Transporte, Mantenimiento y Apoyo a la Comunidad.**

## Secretaría Administrativa

**Funciones:** formular el proyecto de presupuesto asignado a la Facultad; custodiar el registro adecuado de las operaciones contables; vigilar la utilización de los ingresos extraordinarios; cuidar que las adquisiciones de bienes y servicios se efectúen eficaz y eficientemente; supervisar trámites relativos a movimientos de personal académico y administrativo.

**Integración:**

**Departamentos:**

**Presupuesto**

**Contabilidad**

**Personal Académico**

**Adquisiciones y Servicios**

**Intendencia y Vigilancia**

**Inventarios**

**Delegación administrativa de la DEP**

**Delegación administrativa de la DEC**

## Capítulo 2

---

## Situación actual

El país requiere más ingenieros de todas las especialidades. El volúmen actual de ellos es, globalmente, un orden de magnitud inferior a la que requeriría un aparato productivo moderno en un país con la población del nuestro. Las mayores demandas en el plazo corto y mediano ocurrirán en el sector manufacturero, donde la relación de ingenieros por cada millón de habitantes es:<sup>1</sup>

Japón	59,500
Estados Unidos	13,900
Corea del Sur	2,400
México	1,300

**Tabla II.1** *Relación de ingenieros por millón de habitantes.*

La calidad que deben tener los ingenieros para atender las necesidades mencionadas tiene gran importancia en el éxito del esfuerzo modernizador del país. Ingenieros de preparación insuficiente podrían convertirse en lastre más que en motor de desarrollo, y no permitir reducir la enorme dependencia que en asesoría técnica y en tecnología del exterior tiene el país en las industrias nacionales.

Otra consecuencia de la formación de un número excesivo de ingenieros con calidad mediocre o mala, sería la degradación de la imagen que de los ingenieros tiene la sociedad.

Aunque los ingenieros con calidad deficiente son útiles a la sociedad como técnicos medios, es importante que la formación de dichos técnicos ocurra en instituciones con

---

1 Datos de nota periodística "Volvamos a la productividad" de Néstor de Buen, periódico *La Jornada*, enero de 1992.

programas expresamente diseñados para este fin, y no como resultado de las deficiencias a nivel universitario.

A pesar de su complejidad, los problemas que requieren atención, no deben empañar la visión del potencial de desarrollo de la institución. Es importante considerar, junto con la problemática por resolver, el patrimonio con que cuenta la comunidad de la FI, sus recursos para superar las dificultades, dar sentido a su esfuerzo y seguir avanzando en sus propósitos.

Para mantener y elevar la calidad de sus egresados, la Facultad ha buscado el mejoramiento continuo de sus estudiantes, profesores, métodos de enseñanza y aprendizaje, planes de estudio, estructura orgánica y operación administrativa.

De manera sistemática, autocrítica y progresiva, busca lograr cada vez una mayor articulación entre los diferentes órganos de la Facultad; asegurar la relación debida entre las actividades sustantivas y las de apoyo; identificar con oportunidad los nuevos aspectos del desarrollo de la ingeniería y las implicaciones que puedan tener para los futuros egresados, así como reforzar mecanismos de participación de la comunidad en torno a los objetivos de la Facultad.

La Facultad constituye un sistema estable de educación superior en ingeniería, con gran capacidad para enfrentarse a la evolución del conocimiento y a las condiciones sociales, y con voluntad de perfeccionarse paso a paso. A lo largo de muchos años de esfuerzo conjunto, ha ido fortaleciendo su organización para cumplir eficazmente con sus responsabilidades.

Su organización está cimentada sobre la base de sus funciones. Las estructuras de los diferentes órganos constituyen un apoyo sólido para el fortalecimiento de la institución y de los mecanismos de participación interna. Por su parte, el aparato administrativo cuenta con capacidad, experiencia y recursos (modestos pero no despreciables) para proporcionar los servicios que de él se esperan.

Las condiciones actuales de la Facultad son resultado de un conjunto de factores: la elevada matrícula de la institución y sus efectos; la calidad de la educación preuniversitaria; la complejidad cada vez mayor de la educación superior en ingeniería; la expansión del acervo tecnológico internacional y la necesidad de adecuar la formación de ingenieros a las características del presente y del futuro; los requerimientos nacionales y la exigencia de responder a sus soluciones desde las aulas universitarias; y la exigencia de operar con recursos que siempre son limitados.

Los principales problemas que enfrenta son la elevada matrícula, el rezago y la deserción, los altos índices de reprobación en ciertas materias, los bajos índices de titulación, la situación del posgrado, la vinculación docencia-investigación, y el rendimiento escolar.

Al ser la educación prácticamente gratuita, y en ausencia de mecanismos que incentiven la terminación de la carrera en cinco años, se cursan más de los necesarios. Esto aumenta la matrícula anual excesivamente. A su vez, cada año, la deserción es muy alta en relación con el número de inscripciones de primer ingreso.

El rezago y la deserción en la Facultad se debe principalmente a la deficiente preparación previa de los estudiantes y a la inadecuada motivación de los mismos.

Lo anterior obliga a mantener una planta de profesores mucho mayor a la que el número de titulados exigiría; a incurrir en mayores gastos administrativos, y en requerimientos adicionales de edificios, instalaciones y equipo. Esto es, con los mismos recursos humanos, financieros y de planta física, se podría graduar a un número mucho mayor de ingenieros, mejorando la productividad de los recursos públicos.

Por otra parte, la Facultad titula a un porcentaje muy bajo respecto a los alumnos de primer ingreso. Debido principalmente a la dificultad de establecer un adecuado sistema de competencia selectiva a la entrada, así como a dificultades económicas de los alumnos durante su carrera (a pesar del costo simbólico de su educación en la UNAM) que los obliga a abandonar los estudios o a rezagarse varios años.

Introduciendo competencia entre el alumnado, tanto en el ingreso, como en la permanencia, se podría atender, con un mejor nivel de servicio, a una matrícula menor, pero con el mismo número de egresados que se obtienen actualmente. El ahorro de recursos financieros ayudaría a mejorar la situación del profesorado, que se ha deteriorado muy seriamente con relación a la actividad de profesionales con responsabilidades similares en los mercados de trabajo.

Otros problemas que requieren atención son el ajuste de planes y programas de estudio, principalmente para reforzar la conexión entre los contenidos de los cursos básicos y la enseñanza de los avanzados; la mejora sistemática del personal académico; la incorporación más plena de la computación y la informática en la educación de los ingenieros; la simplificación administrativa, y la calidad de los servicios generales.



## Capítulo 3

---

# Problemas

## Matrícula

A partir de 1970, la formación de ingenieros e investigadores en el país comenzó a descentralizarse; actualmente el proceso está prácticamente concluido. Para 1976 la matrícula de licenciatura en ingeniería, principalmente en la Ciudad de México representaba el 43% del total en el país; para la década de los 80, fue del 35%, y en 1989 del 23%.

En todo el sistema nacional de educación superior hay cerca de 250,000 estudiantes de ingeniería, sin embargo, la matrícula de la Facultad ha disminuido en términos relativos. Por ejemplo, para 1976 representaba el 10% de la matrícula total del país y en 1989 el 5% (véase Figura III.1).

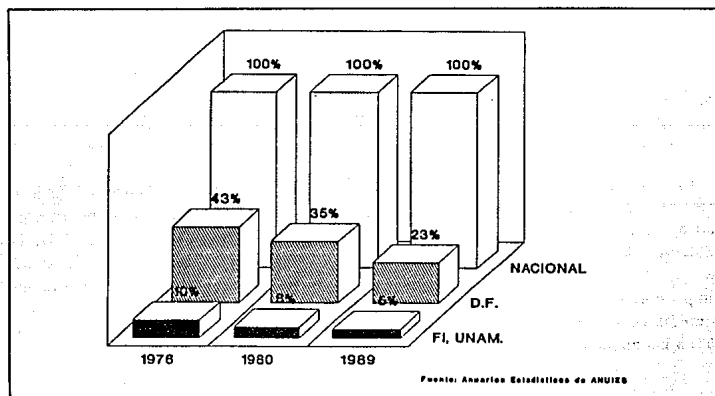


Figura III.1 Evolución de la matrícula de ingeniería.

En México existen 119 escuelas de educación superior, públicas y privadas, que ofrecen la carrera de ingeniería en alguna rama. En la zona metropolitana, hay 12 instituciones universitarias y tecnológicas en las cuales se ofrecen licenciaturas de diversas ramas de la ingeniería. El hecho de que en el D.F., la responsabilidad de la formación de ingenieros es compartida por varias instituciones, refuerza la oportunidad y conveniencia de que la Facultad de Ingeniería redefina su orientación para el futuro (véase Tabla III.1).

Nivel de agregación		País	D.F.	FI UNAM
1976	Matrícula	111,640	47,647	10,680
	Egresados titulados	11,272	4,655	373
	E/M [%]	10.1	9.8	3.5
1980	Matrícula	166,687	57,921	10,116
	Egresados titulados	16,706	7,128	510
	E/M [%]	10.0	12.3	5.0
1989	Matrícula	243,146	54,610	10,640
	Egresados titulados	21,730	4,876	773
	E/M [%]	8.9	8.9	7.2

Tabla III.1 *Evolución de la licenciatura en ingeniería.*

En licenciatura, se trató de disminuir la matrícula sin reducir el primer ingreso, e incrementar y redistribuir los recursos entre las diversas licenciaturas a fin de atender con estándares más altos y homogéneos a los estudiantes de todas ellas. En 1987, la población de las carreras de Ingeniería Mecánica y Eléctrica e Ingeniería en Computación había aumentado sin control; los recursos para atenderla, por su parte, no crecieron proporcionalmente, sino que en varios aspectos se redujeron. Tomando como norma la media de las otras seis licenciaturas, la matrícula de estas dos excedía entre 30% y 50% a las disponibilidades de horas/profesor y equipo de laboratorio.

Año	Licenciatura	Posgrado	Total
1987	11,650	500	12,150
1988	11,360	587	11,947
1989	10,640	510	11,150
1990	10,565	501	11,066

**Tabla III.2** Matrícula en licenciatura y posgrado de 1987 a 1990.

La reducción de la matrícula de licenciatura, de 1987 a 1990, aunque fue de apenas 9%, representa una reversión de las tendencias por primera vez en la historia de la Facultad en este siglo. Fue posible gracias, principalmente, a la reducción de la población estudiantil rezagada.

Licenciatura	Alumnos
Ing. Mecánico-electricista*	3,809
Ing. en Computación	2,649
Ing. Civil	2,355
Ing. Petrolero	731
Ing. Geólogo	373
Ing. Topógrafo y Geodesta	269
Ing. Geofísico	218
Ing. de Minas y Metalurgista	162
TOTAL	10,565

\* incluye las tres áreas de concentración: Industrial, Eléctrica-electrónica y Mecánica

**Tabla III.3** Distribución del alumnado por área de especialidad en licenciatura en 1990.

De acuerdo con la tabla anterior, en 1990 de los 10,565 estudiantes de licenciatura 36% se inscribió en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 25% en Ingeniería en Compu-

tación, 22.5% en Ingeniería Civil, 7% en Ingeniería Petrolera, 3.5% en Ingeniería Geológica, 2.5% en ingeniería Topográfica y Geodésica, 2% en Ingeniería Geofísica y 1.5% en Ingeniería de Minas.

Puede observarse que, en la Facultad de Ingeniería dos terceras partes de los estudiantes de licenciatura están inscritos en Ingeniería Mecánica y Eléctrica e Ingeniería en Computación.

La educación de posgrado en ingeniería ha evolucionado de manera semejante. En 1958, la Facultad de Ingeniería de la UNAM era la única que ofrecía cursos de posgrado; sin embargo, para 1989, su matrícula de 510 estudiantes representó sólo el 10% de la matrícula nacional (véase Tabla III.2).

Posgrado	Alumnos
Doctorado	28
Especialización	17
Maestría	456
TOTAL	501

**Tabla III.4** *Distribución del alumnado por área de especialidad en posgrado en 1990.*

De 1987 a 1990 se buscó mantener e incrementar la matrícula de posgrado, procurando mayor número de estudiantes de tiempo completo. Como resultado, el total de la matrícula en ese nivel osciló entre 500 y 587; con estímulos diversos, los estudiantes de tiempo completo pasaron de 20% a 61%.

## Reprobación, rezago y deserción

El rendimiento escolar puede medirse a través de dos índices: el número de años para alcanzar determinado porcentaje de créditos, y el número de créditos promedio por semestre.

Conforme al primer índice, de las generaciones que ingresaron entre 1981 y 1985, las de Ingeniería Civil mostraron mayor avance, en tanto que las de Minas y Metalurgia fueron las de menor avance (véase Tabla III.5).

Carrera	Año de Ingreso	Avance
Ingeniero Civil	1981	40%
	1982	36%
	1983	28%
	1984	20%
	1985	22%
Ingeniero de Minas y Metalurgista	1981	0%
	1982	3%
	1983	4%
	1984	0%
	1985	12%
Ingeniero Mecánico-Electricista	1981	32%
	1982	36%
	1983	30%
	1984	19%
	1985	20%

Tabla III.5 Porcentaje de alumnos que egresaron en 5 años con todos los créditos.

En lo que se refiere al segundo índice, la situación parece mejorar en las generaciones de ingreso más recientes. De 1986 a 1987 se observó un incremento en la rapidez de avance de un 7% pasando a ser de 16.6 créditos/semestre en promedio. De 1987 a 1989, el número promedio de créditos por semestre cubiertos por los alumnos, pasó de 16.6 a 20.1.

Existe un problema con las llamadas materias *cuello de botella*, que son aquéllas que tienen un promedio de reprobación superior al 70% por semestre, mencionándose entre otras materias:

Materia	Promedio de reprobación
Cálculo diferencial e integral	78%
Álgebra y geometría analítica	77%
Geometría descriptiva	75%
Estática	72%
Álgebra lineal	70%

Tabla III.6 Promedio de reprobación en materias básicas.

Materia	Promedio de reprobación
Geoestadística	80%
Comportamiento de yacimientos	79%
Producción de pozos I	78%
Mecánica de fluidos	72%
Laboratorio de yacimientos	70%

Tabla III.7 Promedio de reprobación en Ciencias de la Tierra.

De la Tabla III.6 se deduce que uno de los problemas más serios para mantener y elevar los niveles académicos en la enseñanza, es la deficiente preparación en el área de física y matemáticas con que ingresan los alumnos a la Facultad.

Los altos índices de reprobación de la Tabla III.7, en el área de Ciencias de la Tierra, conducen a considerar la necesidad de investigar las causas que lo provocan, para sugerir las acciones que permitan mejorar el rendimiento.

En general, las materias *cuello de botella* traen como consecuencia un aumento en los índices de rezago:

Actualmente, por cada 100 estudiantes que ingresan a la Facultad, sólo 40 concluyen sus estudios en los 7.5 años subsecuentes: 20 los terminan en cinco años, y 20 lo hacen en un lapso de 5 a 7.5 años.

Los restantes 60 alumnos requieren más de 7.5 años para concluir sus estudios, y la mayoría deserta. Entre los que desertan, 48 lo hacen con menos de 20% de avance en el plan de estudios. Dicho de otra forma, de 100 alumnos que desertan, 80 han acreditado menos del 20% de las asignaturas del plan de estudios, y sólo 20 abandonan la carrera con un avance mayor.

Parece haber dos causas principales de deserción: preparación deficiente y falta de motivación.

La primera es resultado de la pobre enseñanza de las matemáticas desde la educación primaria hasta el bachillerato; esto afecta por igual a escuelas públicas y privadas, lo que se confirma en el examen de diagnóstico que se aplica a los alumnos de primer ingreso: los promedios de calificación de los provenientes de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y las escuelas privadas, resultan casi idénticos.

En cuanto a la falta de motivación, influyen en ella la escasa preparación previa, factores culturales diversos y la relación casi impersonal entre profesores y alumnos derivada del tamaño y la diversidad de grupos. Es por esto que se debe dar a los estudiantes cierta atención personal más cercana.

#### **Acciones:**

- Revisar la problemática de las materias con alta reprobación, y adoptar medidas preventivas y correctivas sin reducir la calidad académica.
- Promover un uso más intenso de los laboratorios, para mostrar los fenómenos físicos tratados en las aulas.



- Modificar la forma de enseñanza en aquellas materias que son síntesis de conocimientos y que pretenden desarrollar habilidades más precisas, para que se impartan como talleres bajo la coordinación del profesor, y fomentar el trabajo por equipos, más que individual.
- Desarrollar el uso más frecuente de la videoteca, además de otras ayudas al proceso enseñanza-aprendizaje, como la de computadoras, entre otras.
- Revisar y analizar las prácticas escolares para que al apoyarlas y desarrollarlas realmente, se alcancen los objetivos y metas fijadas en las mismas.

## Titulación

---

En el número de ingenieros que se titulan cada año, la Facultad contribuye sólo marginalmente. La titulación de ingenieros en México fue de cerca de 22,000 en 1989; de estos, la Facultad graduó solamente al 3% aproximadamente.

Este hecho, que podría ser sorprendente para muchos egresados de la Facultad, presenta particulares implicaciones: por una parte, un gran número de sus egresados han contribuido a la descentralización de la formación de ingenieros al regresar a sus estados. Por otra, al no ser ya sustancial la titulación, la Facultad tiene la flexibilidad necesaria para redefinir su propósito a desempeñar en el futuro.

La descentralización lograda ofrece un alto grado de confiabilidad en el proceso de formación de los ingenieros al quedar distribuida la responsabilidad y el riesgo. La Facultad puede ahora enfrentar nuevos retos prioritarios en el ámbito nacional. (véase Figura III.2)

La eficiencia terminal, que se considera óptima al realizarse en cinco años, es muy baja dentro de la Facultad, comparada con otras instituciones del país.

Su contribución en la zona metropolitana de la Ciudad de México, es compartida con varias instituciones de enseñanza, públicas y privadas; incorpora al 23% de la matrícula total de las carreras de ingeniería, y egresan sólo el 16% de los que se titulan anualmente en la zona.

Los datos históricos indican que tal eficiencia terminal se ha mantenido aproximadamente constante en el plantel durante más de 50 años, en los cuales la matrícula ha pasado de pocos cientos a 11,000 aproximadamente. Así pues, la eficiencia terminal muestra ser invariable con el tiempo de acuerdo con el tamaño de la matrícula y la organización académica.

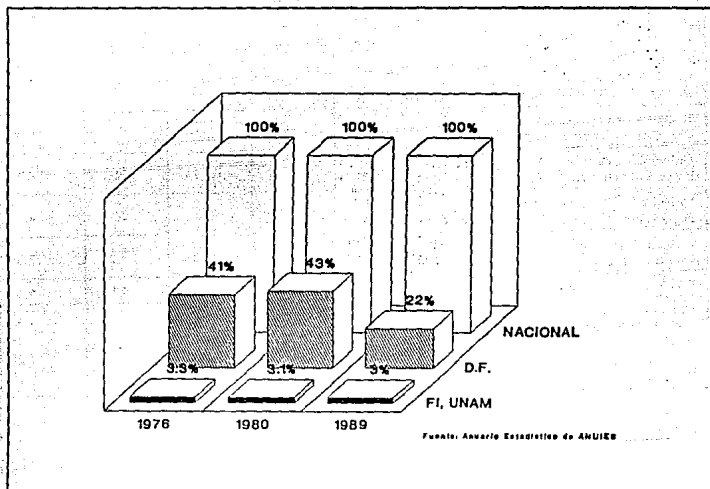


Figura III.2 Evolución de la proporción de los egresados de ingeniería.

El porcentaje de titulados anuales contra el total de estudiantes matriculados, que debiera ser una cifra cercana al 20%, para el caso de la Facultad, es sólo del orden del 5%. Las estadísticas que ofrecen otras instituciones, particularmente las privadas, las cuales atienden a una matrícula reducida (del orden del 12% de la matrícula de la Facultad de Ingeniería), permiten observar eficiencias terminales muy superiores (véase Tabla III.8).

Institución	Matrícula	Primer Ingreso	Egresados 1988	Egresados / Matrícula %	Matrícula / 1 <sup>er</sup> Ingreso %
Total educación superior D.F.	247,794	53,945	26,815	10.8	4.6
Total Ingeniería D.F.	54,610	9,980	4,876	8.9	5.5
Facultad Ingeniería UNAM	11,974	2,087	607	5.1	5.7
Univ Anáhuac del Sur Ins. Ind. e Ing. Eléctrica y Electrónica	197	51	26	13.2	3.9
UAM Unidad Azcapotzalco Div. Ciencias Básicas e Ingeniería	6,568	854	352	5.4	7.7
UAM Unidad Ixtapalapa Div. Ciencias Básicas e Ingeniería	4,261	673	162	3.8	6.3
Universidad del Ejército y Fza. Aérea Escuela Militar de Ingenieros	366	78	21	5.7	4.7
Universidad Iberoamericana Deptos. Ing. Civil, Ing. Mec. y Eléctrica	1,556	385	312	20.1	4.0
Universidad La Salle Escuela de Ingeniería	1,546	442	322	20	3.5
ITAM Ing. en Computación	292	55	31	10.6	5.3
Universidad Panamericana Escuela de Ingeniería	614	225	38	6.2	2.7
Universidad del Valle de México	730	175	100	13.7	4.2
Facultad de Química, UNAM	4,357	905	438	10.1	4.8
IPN, (ESIA y ESIME)	12,524	1,856	1,575	12.6	6.7
IPN, UPEICSA, Coyoacán, Azcapotzalco	9,305	2,114	777	8.4	4.4
Escuela de Ingeniería Municipal	80	20	24	30.0	4.0
Instituto Tecnológico de la Construcción Ingeniero Constructor	152	77	15	9.9	2.0

Tabla III.8 Educación superior en ingeniería a nivel licenciatura en el D.F. en 1989.

Si el ingreso promedio anual desde 1980 ha sido de 2,100 alumnos cada año escolar, puede decirse que el porcentaje de titulación es muy semejante al general de la Universidad: 30%. Los datos de titulación para la Facultad a nivel licenciatura son:

Año	Alumnos titulados
1980	510
1981	497
1982	358
1983	719
1984	629
1985	656
1986	630
1987	648
1988	603
1989	773
1990	730

**Tabla III.9** Titulación en licenciatura de 1980 a 1990.

Puede observarse que en 1989 se obtuvieron las cifras más altas en la historia de la Facultad, gracias a la reducción de la matrícula mediante disminución del rezago, no del ingreso.

En promedio, la titulación de ingenieros en 1989 y 1990 fue 18% superior a la de cuatro años atrás.

Durante los tres últimos lustros se han titulado anualmente en la Facultad, alrededor de 600 ingenieros de las diversas ramas. Esa cifra ha ido creciendo en los últimos cuatro años llegando ya alrededor de 750 ingenieros, 50 especialistas, 40 maestros en ingeniería y de cinco a diez doctores cada año.

Las carreras de Ingeniería Civil y Mecánica Eléctrica alcanzan los porcentajes más altos de titulación, por generación, a los siete y ocho años a partir del primer ingreso.

Las de porcentajes más bajos son las de Ciencias de la Tierra, que en algunos casos, no cuentan con algún titulado seis años después del primer ingreso. Esto puede explicarse por la necesidad que tienen estos egresados de alejarse de la Universidad, dada la

ubicación de las fuentes de trabajo para geólogos, mineros, petroleros y, en cierta forma, de los topógrafos.

En el período 1947-1981, de cada 100 estudiantes que ingresaron al plantel, se titularon sólo diez en seis años, o menos, y 30 en ocho años o menos.

Sin embargo, el tiempo que transcurre entre el ingreso del estudiante y su titulación ha venido disminuyendo, ya que, mientras para el período 1947-1962, el tiempo medio entre ingreso y titulación fue de diez años; para 1963-1974 fue de 7.5 años, y para 1975-1981 bajó a siete años.

En 1991 ha habido mejoras en los índices de avance y titulación. A los diez semestres de que una generación ingresa a la Facultad, 20 de cada 100 estudiantes ha concluido sus cursos; 50 están rezagados en diversos grados, y 30 han desertado. A los 15 semestres de haber ingresado, 40 de cada 100 han concluido, 20 siguen rezagados, y 40 desertado.

El hecho de que sólo una fracción de los egresados se titule, puede estar relacionado con dificultades en la elaboración de tesis, y éstas a su vez, con:

- Deficiencia en el manejo correcto del lenguaje escrito.
- Limitado conocimiento de las alternativas y mecanismos de titulación.
- Alejamiento de la escuela como consecuencia de la incorporación a la actividad productiva.
- Deficientes condiciones en el sitio de trabajo del estudiante para elaborar la tesis.
- Dificultad, en algunas Divisiones de la Facultad, para lograr que los profesores acepten ser asesores de tesis.
- Desconocimiento de los derechos y obligaciones que adquieren asesores y alumnos.

## Egresados

En general, los egresados de la Facultad no tienen problema de desempleo, y su desempeño en el extranjero para estudios de posgrado es excelente.

En concursos de tesis entre los egresados de todas las escuelas de ingeniería del país, públicas y privadas ganaron, durante 1987, la mayoría de los premios.

Esos y otros datos indican que entre 30% y 40% de los ingenieros que cada año se gradúan en esta Facultad, tienen preparación y capacidad comparables a las de los egresados de las más prestigiadas universidades del mundo.

Además, es frecuente que el egresado, particularmente de las ramas de mayor dinámica tecnológica, como Ingeniería en Computación e Ingeniería Mecánica y Eléctrica, tome periódicamente cursos de actualización en la División de Educación Continua.

Las labores profesionales que han realizado los egresados del plantel son vastas y variadas: desde funcionarios públicos de alto nivel, directores e iniciadores de empresas de pequeña a gran escala, hasta educadores y científicos de prestigio.

Esto obliga a que numerosas empresas y otras organizaciones, acudan a la Facultad en busca de información para reclutar prospectos.

Por otra parte, muestreos de la Dirección General de Planeación de la UNAM indican, que 97% de los titulados en años recientes tienen un trabajo que les satisface. El 3% restante no lo tiene ni lo desea todavía, en vista de que realiza estudios de posgrado.

El mercado de trabajo induce a muchos estudiantes, a posponer su titulación o la terminación de sus estudios.

La mitad de los egresados obtiene empleo como diseñadores o supervisores en el sector industrial; 20% se dedica al sector de servicios o financiero; 20% a administración y ventas; 7% a la docencia (generalmente fuera de la FI), y 3% a tareas no relacionadas con su carrera.

Los egresados se agrupan en la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI), que es, en su tipo la más activa y numerosa en México. Actualmente agrupa

7,000 exalumnos, y proporciona apoyo material y moral para lograr que la Facultad siga siendo la mejor en el país.

### Acciones:

- Estimular la elaboración de la tesis antes que el interesado adquiera compromisos laborales; de existir tales compromisos, buscar la colaboración con las empresas a fin de brindarles apoyo para recibirse.
- Estimular a estudiantes que cubrieron todos los créditos, pero se han retrasado en la elaboración de sus tesis, brindando apoyos académicos necesarios para terminarla.
- Estudiar y definir opciones para la titulación, sobre todo para las carreras de Ciencias de la Tierra, a fin de que, al cubrir la totalidad de los créditos, el alumno no requiera demasiado tiempo extra para titularse.
- Fortalecer el programa de apoyo, realizado por el Centro de Educación Continua, para alumnos que adeudan pocas materias, a fin de que terminen los créditos necesarios y obtengan su título.
- Reforzar la motivación del alumnado desde el momento en que ingresan, haciéndolos reflexionar sobre la importancia que, para el desarrollo nacional, tienen los cuadros de ingenieros altamente capacitados.
- Afinar mecanismos de asignación, redacción, supervisión y aprobación de tesis profesional.
- Gestionar becas-tesis para los que elaboran tesis, en proyectos de investigación y diseño en centros y grupos de trabajo de la Facultad, así como en proyectos patrocinados.

## Posgrado

---

Las necesidades nacionales en la educación de alumnos de posgrado son menores, pero proporcionalmente mucho mayores que de licenciatura.

Las especialidades que ofrece la División de Estudios de Posgrado de la Facultad (DEPFI) debe abrirse con dos objetivos: preparar recursos para un ejercicio profesional en mayor calidad en áreas específicas, proporcionando un sustento teórico más completo y de mayor profundidad que el de licenciatura, y desarrollar más las habilidades mediante prácticas, bajo vigilancia académica. El segundo objetivo consiste en preparar mejores profesionales, que a su vez se refleje en una mejor imagen en la sociedad.

Los resultados que se están logrando en la DEPFI, muestran la necesidad de dedicar a los alumnos de ese nivel mayor atención.

El cuerpo académico en el período 1988-89, se integró con 306 profesores: 58% de asignatura, 26% de carrera y 16% ayudantes de profesor.

En la planta docente de la DEPFI, cuentan con licenciatura el 45% de profesores de especialización, 16% de maestría, y 5% de doctorado. En consecuencia, 95% de profesores de doctorado, 84% de maestría, y 55% de especialización cuentan con grado de maestro o de doctor. Esto sugiere que el nivel académico de la planta docente es, en general, el adecuado. Sin embargo, dada la proporción de maestros de asignatura, se concluye que muchos de la División, a pesar de tener un nivel académico adecuado, no son profesores de carrera.

### Acciones:

- Formar recursos humanos de alto nivel desde el ingreso a la Facultad.
- Fomentar la participación activa de estudiantes de maestría y doctorado en proyectos de investigación y seminarios bajo la dirección de profesores.
- Reforzar, en colaboración con los institutos ó unidades de investigación de la Universidad, el programa de detección y aliento a las vocaciones de investigadores, estableciendo actividades para grupos concretos de candidatos.



- Buscar que los maestros interactúen con la comunidad nacional e internacional y con los usuarios de sus respectivas especialidades.
- Previa investigación con empleadores de ingenieros, y tomando en cuenta recursos disponibles, se ve la posibilidad de abrir algunas especializaciones, tales como Construcción pesada, Construcción urbana, Diseño de herramientas, Control de calidad, Metrología, Sistemas electrónicos de control, Control digital, Diseño y cálculo de estructuras de acero y de concreto, etc.
- Suscribir convenios a fin de ejercer funciones académicas en sitios de trabajo.

## **Investigación**

---

La Facultad fomenta la investigación mediante proyectos en los que participan profesores y alumnos de licenciatura y posgrado. Las Divisiones que cuentan con mejores grupos de investigación son las de Posgrado, la de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación, y la de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Para realizar una mayor y mejor investigación, se llevan a cabo tres acciones:

1. Organizar recursos disponibles en apoyo a los centros de Diseño Mecánico, y Diseño Electrónico.
2. Aprovechar cátedras especiales para catalizar grupos de investigación en torno a profesores destacados.
3. Conectar líneas de investigación de la Facultad con las necesidades de industrialización e infraestructura nacionales, a fin de incrementar la relevancia de la investigación y allegar recursos extraordinarios para acelerarla.

Para reforzar esas acciones, la institución analizó la factibilidad de crear centros en las Divisiones de Ingeniería Mecánica e Industrial, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación e Ingeniería Civil. Con este fin surgieron cátedras especiales con financiamiento promovido por la SEFI; se intensificó la promoción de proyectos con patrocinio externo; se crearon centros para coordinar recursos disponibles, y se sigue

promoviendo el patrocinio externo de proyectos de investigación, que serán realizados principalmente por los propios centros y la DEPFI.

En 1989 se creó la Coordinación de Investigación de la Facultad, orientada a estimular la generación de proyectos y el aprovechamiento de recursos sin fronteras entre Divisiones.

La investigación a realizarse deberá tener las siguientes finalidades: contribuir a la superación del personal académico; iniciar a los alumnos desde licenciatura en el método científico, detectar las vocaciones de investigadores, y en posgrado formar investigadores. Por lo anterior, es conveniente que los proyectos de investigación que se efectúen busquen esos objetivos y en lo posible, se integren o complementen con proyectos de institutos y centros de la UNAM.

Se busca que en cada grupo de cualquier proyecto de investigación estén incorporados estudiantes.

Hacer investigación compete principalmente a posgrado y al personal de carrera de todas las Divisiones, por lo que es aconsejable fomentar la participación en ella de estudiantes selectos de licenciatura.

Al respecto, la Facultad ya ha logrado descubrir y encauzar la creatividad y disposición de trabajo de estudiantes, y la capacidad y potencialidad de profesores jóvenes.

Entre los estudiantes incorporados a proyectos de investigación, la mayoría tiene becas o algún tipo de remuneración de la propia Facultad. Otros gestionan becas externas, y algunos laboran sin remuneración a través de su servicio social. Otros más, en el área de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, realizan tesis de proyectos personales, los cuales piensan usar o están usando para crear pequeñas empresas propias basadas en ventajas tecnológicas.

Cuanto más jóvenes sigan ese camino, el deseo de desarrollo tecnológico de México se estará cumpliendo. Por ejemplo, durante 1987 estuvieron activos 97 proyectos de investigación, 45 de ellos se concluyeron ese año, y 121 trabajos se publicaron con resultados de dichas investigaciones.

La mayor parte de la investigación que se hace en la Facultad es de alta calidad, y está íntimamente ligada con la docencia, pues se nutre de ella y la refuerza de maneras múltiples.

Deberá existir una apertura para que los investigadores impartan cátedra; se fomente la contratación de proyectos de investigación; que el mayor número de profesores esté involucrado en proyectos de investigación, y que estos proyectos se realicen con la participación de estudiantes, ya sea como alternativa de titulación o como parte de la impartición de conocimientos e iniciación a la investigación.

Se tiene, por ejemplo, que la producción de los profesores durante 1988, fue de 228 publicaciones y seis prototipos (casi todos ellos incorporados inmediatamente al proceso ulterior que los pondrá en producción, o uso para fines industriales).

Durante 1989, se produjeron 234 publicaciones, se trabajó en 193 proyectos de investigación o desarrollo, y se dio participación en ellos a 447 estudiantes; aproximadamente, la mitad de los cuales son de licenciatura y que, sumados a los 133 que colaboran en proyectos del Instituto de Ingeniería, dan un total de 580 estudiantes activos en investigación y desarrollo. En esto se comienza a igualar con las más prestigiadas escuelas de ingeniería en el mundo. En México, ninguna otra tiene índices relativos o absolutos que se acerquen a los de la Facultad.

#### **Acciones:**

- Establecer un programa que integre a la docencia, a investigadores o especialistas durante los primeros semestres de las carreras, permitiendo presentar a los estudiantes personalidades que los atraigan a esa carrera académica.
- Dar más oportunidades de participación en proyectos de investigación a estudiantes de posgrado, y a los más destacados en los últimos semestres de licenciatura.
- Incorporar buenos estudiantes a proyectos de investigación en todas las Divisiones.

## Escuela-industria

---

La modernización de México necesita, por una parte, apoyos para la investigación y desarrollo tecnológico, y por otra la Universidad Nacional Autónoma de México tiene entre sus fines organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales. Para dar cumplimiento a estos propósitos uno de los apoyos más necesarios es la vinculación escuela-industria.

En todas las licenciaturas de la Facultad se contempla que el alumno participe en prácticas preprofesionales y proyectos en combinación con maestros que los supervisan, preparándolos para la actividad profesional en su forma más creativa. En éstas, se identifica una tarea o proyecto, en conjunto con una empresa o una firma de ingeniería, en la que el estudiante se integra a un equipo de trabajo con ingenieros experimentados.

Muchos de estos proyectos se suscriben mediante convenios o contratos entre esas empresas y la Facultad, de los cuales se derivan ingresos adicionales y becas para estudiantes. El alumno aprende así a desarrollarse como miembro de un equipo plural y a evaluar su desempeño profesional.

El resultado de estos trabajos incluye frecuentemente la redacción de normas de producción o prácticas de diseño, y suele concluir con informes que preparan al estudiante para su tesis profesional; el alumno participa de este modo en la labor de extensión universitaria.

La vinculación escuela-industria, tiene como objetivos apoyar y coordinar la labor científica y tecnológica entre la Facultad y el sector productivo, público y privado, mediante convenios de investigación y desarrollo tecnológico, adecuados a los requerimientos de la modernización en México.

Se debe mejorar la vinculación de profesores, investigadores y alumnos con el sector productivo, implantar mayores acercamientos directos con industrias, promoviendo nuevos convenios, y organizando reuniones, conferencias y pláticas con las empresas que promuevan su interés por participar en la vinculación escuela-industria.

Entre los convenios firmados en 1987 y renovados en 1991 destacan los de PEMEX, IMP y Colegio de Ingenieros Petroleros de México en la formación de ingenieros petroleros, geólogos, y geofísicos, y en la investigación y docencia de posgrado. El concertado con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), establece

un programa de colaboración a largo plazo con el Instituto de Tecnología del Agua para investigación y educación de posgrado en Hidráulica e Ingeniería Sanitaria.

Destacan además, los convenios realizados con la Secretaría General de Obras del D.D.F., Ferrocarriles Nacionales de México, y el que está por concertarse con la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

### **Acciones:**

- Realizar más convenios entre la Facultad, empresas, o grupos de empresas afines o complementarias.
- Llevar a cabo intercambios de información (ciclos de conferencias, mesas redondas, seminarios, congresos, jornadas profesionales o estudiantiles), organizados en combinación con asociaciones profesionales, invitando ponentes nacionales y extranjeros.
- Dar becas y premios para profesores y alumnos, y obtener financiamiento de cátedras, investigaciones genéricas, fideicomisos y legados.
- Incrementar visitas de grupos de alumnos a empresas como parte del programa de una materia, o como actividad extracurricular.
- Generalizar tesis profesionales en las empresas receptoras, las que pueden apoyar el desarrollo de cierto tema, costear la infraestructura, los materiales y las becas necesarias, o bien ofrecer un pago único como recompensa al final si el resultado es de su interés.

## **Profesores**

---

En la institución, las percepciones de los profesores se rigen por el sistema UNAM, y resultan ser muy poco competitivas con otros mercados de trabajo en el país. El sueldo horario base máximo es de 6 dls/hr para un profesor de Carrera titular C; el profesor de Asignatura B percibe 3.5 dls/hr.

Lo anterior obliga a utilizar un alto índice de profesores de asignatura, manteniendo la calidad del profesorado con gastos mucho menores y con menos horas mensuales. Este grupo de maestros, sin embargo, difícilmente puede dedicar más horas a la tutoría.

Institución	Profesorado			No. alumnos/profesor	
	de carrera	asign.	suma	de carrera	asign.
País	29,960	69,972	99,932	35.9	15.3
UNAM	1,782	13,682	15,464	50	6.6
Fac. de Ingeniería UNAM	186	1,247	1,433	65	6.7
Fac. de Química UNAM	48	649	697	91	13.5
Fac. de Ingeniería UNAM de Guadalajara	48	303	351	240	6.3
ITESM Div. de Ingeniería y Arquitectura	60	133	193	64	2.2
Fac. Ing. Civil, Mecánica y Eléctrica Universidad Autónoma de Nuevo León	378	131	509	32	93.0
Deptos. Ing. Civil, Mecánica y Eléctrica Universidad Iberoamericana	19	104	123	82	5.5
Escuela de Ingeniería Universidad La Salle	4	152	156	386	38.0
ESIA y ESIME IPN	558	696	1,254	22	18.0
Escuelas Ing. Civil, Mecánica y Eléctrica Univ. Mich. de San N. de Hidalgo	53	145	198	72	26.0
Div. Ciencias Básicas e Ingeniería UAM Azcapotzalco	285	134	419	23	49.0

Tabla III.10 Profesorado en ingeniería a nivel licenciatura en 1989.

No existe un entorno de competencia en la promoción del profesorado que favorezca la formación de los egresados de la ingeniería. Difícilmente puede pedirse con la estructura de sueldos que prevalece (véase Tabla III.10).

El profesorado de la Facultad es ampliamente reconocido tanto en el ámbito académico como en el profesional. La superación continua del profesorado requiere que el plantel atienda los siguientes aspectos: reclutamiento, selección, supervisión y coordinación, estímulos, evaluación y, actualización y desarrollo.

## **Reclutamiento**

Se busca que la institución se constituya en agente, y obtenga de fuentes potenciales el personal idóneo, en vez de esperar a que los interesados ofrezcan sus servicios para cubrir necesidades de personal académico.

Entre 1987 y 1991, se incorporó al cuerpo docente de la Facultad, un número considerable de investigadores y profesionales destacados. Sin embargo, ésto ha sido insuficiente en algunas áreas.

## **Selección**

Se realiza un esfuerzo especial para superar omisiones y ambigüedades normativas relacionadas con criterios para escoger al personal que se incorpora al plantel.

El incremento del apoyo y la supervisión de jefes de División a la actividad de las Comisiones Dictaminadoras, unido al aumento de la eficiencia en trámites, elimina retrasos en el proceso de los cursos abiertos y cerrados que señala el Estatuto del Personal Académico (EPA), y en concursos de definitividad y promoción de personal académico tanto de asignatura como de carrera.

## **Supervisión y coordinación**

El alto grado de compromiso con los propósitos de la institución que caracterizaba al profesorado, se ha debilitado por falta de trabajo colegiado, y por fallas en la supervisión y coordinación. Es por esto que desde 1987, los jefes de las Divisiones realizan la promoción y organización de reuniones académicas de profesores por departamentos.

## **Estímulos**

En la Facultad, el profesor recibe estímulos económicos y morales diversos (licencias, pasajes y viáticos, remuneraciones adicionales por participación en proyectos patrocinados, reconocimientos universitarios y extrauniversitarios, etc.) por la realización de actividades académicas adicionales a la docencia. Sin embargo, el otorgamiento de

comisiones, becas y financiamiento para asistencia a congresos y otros eventos académicos, se otorga generalmente a quien lo solicita y no por iniciativa de la estructura académica ni como parte de un programa de estímulos basado en la calidad de la labor desarrollada.

Dada la restricción presupuestal universitaria, el programa de estímulos económicos al profesorado de la FI se ha asociado principalmente a proyectos de investigación y servicios que generen ingresos extraordinarios. Se ha constituido un fondo para financiar la participación del profesorado en eventos académicos externos de importancia; se ha buscado que el otorgamiento de las cátedras especiales sea un reconocimiento a la obra realizada, a un proyecto ambicioso, y una oportunidad para fortalecer la estructura académica del plantel mediante la formación o consolidación de grupos de investigación y asesoría técnica en que participen estudiantes.

La UNAM implantó durante 1990 un sistema de estímulos que en la Facultad, beneficia a 114 de los profesores y técnicos académicos de tiempo completo.

La FI tiene vigentes dos mecanismos internos de remuneración adicional: el basado en ingresos por proyectos de investigación patrocinados, y el de becas con financiamiento externo, principalmente empresarial.

La remuneración por proyectos beneficia a todos los profesores elegibles de las Divisiones de Ciencias de la Tierra y Posgrado, y a un número grande de las de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación, Ingeniería Mecánica e Industrial, e Ingeniería Civil.

Por ejemplo, en 1989 los ingresos por contratos de investigación y por convenios de apoyo académico, más los productos de los mismos fondos, generaron ingresos por \$4,393'331,000 de pesos. Esto permitió echar a andar un sistema permanente de remuneración complementaria para profesores de tiempo completo.

El sistema se diseñó para implantarse progresivamente, división por división, conforme en cada una de ellas se reunieran las condiciones apropiadas (consenso de beneficiarios potenciales, y confiabilidad en mecanismos de generación de los ingresos extraordinarios requeridos).

El sistema de becas empresariales benefició a 86 profesores de tiempo completo al final del cuatrienio 1987-1990. Han contribuido a financiarlo: Asociación Carso, Pemex, Sistema de Transporte Colectivo, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Turbo-reactores, Promotora Occidental de la Vivienda, Grupo Mexicano de Promoción,



Administración, Consultoría y Desarrollo, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, y el Fideicomiso de Cátedras Especiales. También se instauró y se mantiene desde 1989, con ingresos extraordinarios, el Fondo para la Superación Académica del Personal de Carrera, mediante el cual se subvenciona con \$100 millones anuales la participación de ese grupo de profesores en actividades académicas diversas dentro y fuera del país, casi siempre asociadas a proyectos de investigación en marcha.

Se otorgan a profesores entre nueve y quince comisiones académicas por año, para realizar estudios de posgrado. Además, la División de Educación Continua concede alrededor de 200 becas por año para que miembros del personal académico tomen cursos en ella. Así mismo, en cada período intersemestral se organizan en las diversas divisiones cursos y talleres de actualización de profesores.

Con recursos provenientes de fuentes externas se dotó, durante 1990, a cada profesor de tiempo completo de una computadora personal.

En 1987 se celebró un contrato con una editorial, orientado a que el maestro obtenga un estímulo académico, consistente en la publicación de su obra, además del incentivo económico correspondiente.

### **Actualización y desarrollo**

El dinamismo tecnológico actual hace que los conocimientos se modifiquen rápidamente y, por tanto, que los profesores se actualicen. Investigadores activos o ingenieros en ejercicio están en condiciones de mantenerse actualizados por la práctica misma de sus actividades. Sin embargo, deben ser inducidos a realizar acciones para evitar su obsolescencia en algunos aspectos.

Una de las mejores acciones de actualización y superación de los profesores es la solución de problemas profesionales relevantes.

### **Evaluación**

La evaluación, tanto para los fines que señala el Estatuto del Personal Académico (EPA), como para la actualización y el otorgamiento de estímulos, requiere el interés y seguimiento continuo por parte de funcionarios académico-administrativos. El flujo de

información de éstos a las Comisiones Dictaminadoras y viceversa, son elementos clave para el buen funcionamiento de los mecanismos de evaluación. Con el mismo propósito, el Consejo Técnico emitió en 1988 los criterios de equivalencia que prevé el EPA.

## Matrícula del personal académico

Durante 1987 fue en la FI de 1,718; de los cuales 353 dedicaron a ella medio tiempo o más. Además, se recibieron a 14 profesores visitantes extranjeros.

Para 1988 se contó con 207 profesores de carrera, 84 técnicos académicos y 1,634 profesores de asignatura. Colaboraron, además, 13 maestros extranjeros, con carácter de visitantes.

En 1989 colaboraron 1,930 profesores, ayudantes y técnicos académicos. De ellos, 202 fueron de carrera, y para 1990, 1,163 profesores de asignatura y 215 de carrera, más 434 ayudantes de profesor y técnicos académicos.

### Acciones:

- Definir explícitamente fuentes y mecanismos de reclutamiento de profesores para cada división de la Facultad.
- Establecer procedimientos generales para evitar retrasos excesivos, y rezagos en la selección, promoción y definitividad del personal académico de la Facultad.
- Fomentar el trabajo colegiado de grupos afines de maestros, especialmente al nivel de departamento, dando seguimiento a los resultados.
- Definir acciones de desarrollo del personal académico de la Facultad, y de actualización, con apoyo de las Divisiones de Estudios de Posgrado y de Educación Continua, así como por el Centro de Servicios Educativos.
- Buscar que los estímulos morales y materiales que la Facultad otorga al personal académico responda cada vez más a dos criterios:
  - a) La calidad persistente del trabajo docente y de apoyo académico de los beneficiarios.

b) Las necesidades de superación académica de los mismos.

- Estimular al personal académico para que se familiarice con técnicas modernas de computación e informática, e incorpore su uso a cursos y demás actividades institucionales.
- Gestionar financiamiento y descuentos a profesores para adquisición de computadoras personales, y para acceso a bancos de información automatizados.
- Crear un fondo para patrocinar la participación del personal de tiempo completo en actividades que contribuyan a su superación académica.
- Realizar labores de investigación e ingeniería patrocinadas, con la colaboración de profesores y alumnos.
- Crear centros de investigación, asesoría y diseño que agrupen a profesores de carrera de áreas afines.
- Definir un programa editorial para publicar o coeditar en editoriales comerciales libros de texto elaborados por profesores de la Facultad.
- Cuidar que los procedimientos de evaluación se realicen imparcialmente, y que la contratación y el pago inicial del personal académico se realicen con rapidez.
- Realizar reuniones periódicas de profesores para discutir y acordar cuestiones académicas.

## **Acciones que proponemos**

---

Además de las acciones que se nombraron para cada problema, creemos que deben implantarse algunas otras. De manera personal se sugiere:

## Reprobación, rezago y deserción

- Crear una comisión que elimine apuntes obsoletos y elabore nuevos para las distintas materias.
- Actualizar los programas de computadora de la Facultad, con el acervo que cada año edita Estados Unidos el cual presenta una lista de todos los temas educativos y de cultura, los cuales pueden ser adquiridos gratis por las instituciones que lo solicitan.
- Puede negociarse con algunas universidades norteamericanas la adquisición de audiovisuales sobre temas, que ayuden al proceso enseñanza-aprendizaje, básicamente en los primeros semestres de la carrera.
- Realizar cursos de preingeniería para los alumnos que piensan ingresar a la Facultad.

## Titulación

- La elaboración de tesis deberá estar apoyada en la lógica y en sistemas de redacción científica.
- Creación de talleres de redacción, tanto en licenciatura como en posgrado, ya que la dificultad de los alumnos para expresarse en forma escrita es una de las razones principales para no titularse.

## Posgrado

- Impulsar a los alumnos desde la licenciatura para que realicen estudios de posgrado.

## **Investigación**

- Mejorar las instalaciones y equipo de los laboratorios, de manera que los alumnos puedan entender, mediante la práctica directa, los fenómenos físicos, y la importancia de los laboratorios para la investigación.
- Es importante que el alumno, desde la licenciatura investigue sobre la realidad del país o del medio que lo rodea, lo cual le servirá tanto para llevar a cabo tareas o proyectos, tesis, o investigación mayor.
- Realizar investigación que a nivel licenciatura, le prepare para la de posgrado.

## **Escuela-industria**

- Incrementar el intercambio entre Facultades e Industrias, incluyendo las medianas.
- Establecer más consorcios con industrias, especialmente urbanas y de todo tipo para resolver problemas profesionales.
- Experiencia laboral práctica desde los primeros semestres, a fin de darles un horizonte de especialización.

## **Profesores**

- Adquirir libros acerca de lo más moderno en ingeniería, con descuento en editoriales nacionales y extranjeras. Los títulos extranjeros pueden obtenerse mediante un acuerdo con representaciones en el país. Se formaría un fondo bibliográfico en las divisiones para que tuvieran acceso profesores y alumnos, y de esta manera estar en el marco del estado del arte.
- Es necesario motivar en los profesores una vinculación entre humanismo y ciencia, de manera que los conocimientos de filosofía y lógica, les ayuden a dar respuesta a problemas.
- Que sean las empresas las que paguen los salarios de los maestros de grupos de excelencia.

### Otras acciones aplicables en nivel licenciatura y posgrado

- Intercambio con estudiantes de universidades extranjeras, mediante becas.
- Programas de cooperación con diversas Facultades.
- Módulos de cursos empresariales o de negocios.
- Alianzas entre las universidades nacionales, básicamente informativa.
- Opción de crear carreras subprofesionales (algo parecido a las carreras técnicas), básicamente para aquellos alumnos que consideren no poder cubrir los estudios de licenciatura.
- Romper las barreras entre las distintas carreras de ingeniería y de humanidades.
- Considerar más versátiles las carreras de ingeniería (saber escribir, conferencias, proyectos, arte, etc.)
- Impartir a lo largo de la carrera algún idioma, de preferencia inglés.

### **Acciones colaterales**

---

En los servicios de apoyo se ha presentado desde hace muchos años un esfuerzo conjunto entre profesores, personal académico-administrativo, y trabajadores de la institución.

La dinámica de la Facultad, los requerimientos de la docencia y la necesidad de servicios de apoyo al aprendizaje, para una organización en proceso de modernización, han determinado que los esfuerzos al respecto aumenten.

La Facultad ofrece a los estudiantes servicios que estimulan, facilitan y/o refuerzan el aprendizaje, o bien contribuyen a su formación integral, canalizando sus energías.

Por un lado, cuenta con los servicios de tutoría, registros escolares, bibliotecas, audiovideoteca, fotocopias, asesoría académica, asesoría pedagógica, producción de

apuntes, ejercicios y guías de estudio, bolsa de trabajo, y cursos extracurriculares. Y por otro con actividades socioculturales, deportivas, y de extensión académica.

Algunos de estos servicios son de uso creciente, como los de la biblioteca, audiovideoteca y bolsa de trabajo.

Para apoyar a las divisiones en lo relativo a bibliotecas, servicios pedagógicos, computación y otros de su competencia, se cuenta con:

- *Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería (CECAFI)*: proporciona servicios de cómputo a la comunidad en las áreas de docencia, investigación, administración y apoyo, con el fin de lograr condiciones propicias para que las actividades académicas y profesionales de alumnos, profesores y funcionarios de la Facultad se desarrollen más eficientemente, y así coadyuvar a la formación de profesionistas capacitados que participen en la solución de la problemática nacional.
- *Centro de Servicios Educativos de la Facultad de Ingeniería (CESEFI)*: aplica soluciones a problemas educativos, coadyuvando a la formación y superación de profesores y alumnos para lograr aprendizajes significativos, de acuerdo con las necesidades que plantea el avance de la ingeniería. Cuenta con: sistema de tutoría, audiovisuales y videoprogramas, cursos, seminarios, talleres, mesas redondas y asesorías individuales a profesores, donde se proporcionan lineamientos teóricos y metodológicos en el proceso enseñanza-aprendizaje, elabora manuales, folletos, trípticos, y un periódico mural.
- *Coordinación de Bibliotecas*: proporciona información bibliográfica, tanto básica como complementaria, y apoya al personal académico y administrativo para el desarrollo de trabajos, proyectos e investigaciones.
- *Unidad de Apoyo Editorial*: presta servicios didácticos y editoriales para elaborar material escrito, como libros, apuntes, manuales, fascículos, series de ejercicios, prácticas de laboratorio, guías de estudio, etc. Tiene a su cargo el seguimiento de los materiales publicados, con el fin de actualizarlos, retroalimentarlos o reestructurar futuras impresiones.

## Actividades deportivas, culturales y de extensión académica

Están orientadas a analizar y difundir cuestiones ligadas a la ingeniería y a problemas nacionales, mediante conferencias, coloquios, seminarios y mesas redondas. De esas acciones, algunas son programas de radio de la serie "La ciencia del ingenio", y otras programas televisivos.

Así mismo, se organizan torneos deportivos internos, actos culturales como música, cine, danza, teatro, y conferencias.

Otros grupos mantienen actividades relacionadas con la riqueza cultural universitaria y nacional, entre los que destacan la Estudiantina, el Fotoclub y el Taller de Teatro.

Una agrupación cultural animada y patrocinada por la SEFI es la Academia de Música del Palacio de Minería, A.C., alma y sostén de la Orquesta Sinfónica de Minería.

Otra actividad cultural importante es la Feria Internacional del Libro, realizada en el Palacio de Minería, en la cual en 1991, participaron alrededor de 1,600 editoriales de 42 países aproximadamente, en un marco de actos culturales muy variados, y una notable concurrencia de público.

## Instalaciones y planta física.

---

La Facultad cuenta con 14 edificios en el campus universitario, uno (de la División de Posgrado) en Jiutepec, Morelos, y dos en el Centro Histórico de la Ciudad de México, (Palacio de Minería y el edificio de Guatemala 90, local en el que se fundó el Real Seminario de Minería en 1792). El área de instalaciones rebasa en total 60,000 m<sup>2</sup>, de los cuales 20% son laboratorios de investigación y enseñanza.

Los laboratorios de la División de Ciencias de la Tierra cuentan con más del 80% del equipo de enseñanza práctica disponible en México. Los alumnos tienen acceso a más de 1,000 computadoras de diversas capacidades, desde microcomputadoras hasta las *main-frame* más grandes del país.



Los laboratorios especializados como los de Ingeniería ambiental, Petrolera, Electrónica, Mecánica de fluidos, Materiales, y Térmica y fluidos, etc., son los mejores a nivel nacional.

La Facultad es la institución nacional con las mejores instalaciones físicas (aulas, talleres, laboratorios, cubículos y oficinas). Sin embargo, las instalaciones para trabajo experimental (laboratorios y talleres) son ya insuficientes para la magnitud de la matrícula, y deficientes para alojar con flexibilidad el equipamiento que la tecnología actual exige.

El equipamiento es, en general, el mejor con que cuenta cualquier escuela de ingeniería nacional; a pesar de ello, el equipamiento en áreas de dinamismo tecnológico bajo o moderado (Ingeniería Civil, en Ciencias de la Tierra, y Topográfica y Geodésica), es moderadamente bueno.

Por su parte, en áreas de alto dinamismo, como las Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Mecánica, el equipamiento es insuficiente, y en algunos aspectos anticuado. En cómputo es muy bueno, y sigue mejorándose.

Se puede argumentar que la crisis de los 80 provocó que el impulso que se le dio a la investigación y a la educación superior en los 70, se viera restringido.

Se padecen limitaciones en términos de disponibilidad de laboratorios, talleres, equipo, así como recursos suficientes para su operación; se registran altos costos en adquisición, instalación, operación y mantenimiento de equipo nuevo; la normatividad en materia de adquisiciones es compleja, lo cual retrasa lo poco que se puede obtener; la administración antepone criterios contables ante juicios académicos para la atención de solicitudes de adquisición de equipo.

Todo ello, aunado al problema de la falta de información sobre ubicación, cantidad, calidad, estado físico, grado de utilización del equipo, así como la improvisación de instalaciones temporales para el desarrollo de este tipo de actividades, ha afectado potencialmente el desarrollo de ciencia y tecnología.

Gracias a la combinación del presupuesto universitario, ingresos extraordinarios y donativos, se cubrió durante 1987 el gasto de operación, deteniéndose mediante inversiones en equipo, el deterioro y la obsolescencia que habían venido sufriendo los laboratorios y talleres.

Con este último propósito se invirtieron \$791.5 millones de pesos en mobiliario y equipo, y se obtuvieron donativos en especie por \$860 millones más. Se hicieron reposiciones y adiciones al equipamiento de la Facultad por un total de \$1,651.5 millones.

En 1988 se invirtieron \$2,413 millones de pesos, de los cuales el 85% representó incrementos a los activos fijos de la Facultad.

Durante 1989 se adquirió equipo por \$4,773 millones de pesos, incluyendo donativos en especie. Con esa inversión se siguió reduciendo el rezago de muchos años y, en algunas áreas, se ha cubierto. De ese total, 43% correspondió a equipo de cómputo, con lo cual se llegó, en diciembre de 1989, a disponer de una computadora personal o terminal por cada 17 estudiantes.

En 1989, se comenzó la construcción de un edificio, concluido en noviembre de 1990, destinado exclusivamente a laboratorios, con una superficie útil de 3,000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Durante 1990 se adquirió equipo adicional hasta por \$8,500 millones de pesos, para poner al día los laboratorios. Se dio prioridad cronológica al equipo que beneficie directamente la formación de los estudiantes, sea porque se use en los laboratorios de docencia o porque se requiera para líneas de investigación en las que participa un mayor número de estudiantes.

Quedaron integrados durante 1990 tres nuevos laboratorios: el de Ingeniería de pozos petroleros, el de Propiedades de yacimientos fracturados, y el de Emisiones vehiculares; los dos primeros donados por PEMEX en el marco de convenios de largo plazo, y el tercero instalado gracias a donativos externos que sufragan el 50% del costo de la construcción. En dos de estos tres laboratorios, gran parte de las inversiones se hicieron durante 1989.

El laboratorio de Ingeniería de pozos está diseñado principalmente para la docencia, en tanto que los de Yacimientos fracturados y Emisiones vehiculares, orientados a investigación y servicios especializados.

Se construyó un ambicioso proyecto relacionado con la enseñanza de las ingenierías electromecánicas: el laboratorio de Manufactura avanzada, para la docencia y la investigación en los siete Departamentos de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial, y en algunos de la de Posgrado.

Su finalidad es que aproximadamente 6,000 estudiantes de licenciatura y 100 de posgrado, tengan acceso a los más modernos métodos y técnicas industriales en sistemas de manufactura flexible, procesos para automatización de la manufactura, diseño auxiliado por computadora, medición e inspección automatizada de procesos productivos, inteligencia artificial, sistemas de control para procesos productivos, y administración de sistemas de manufactura avanzada. El costo del proyecto fue de \$3.1 millones de dólares.

Se alcanzó y rebasó durante 1990 la meta que, en equipo de cómputo, aconsejó el comité de profesores de todas las carreras: pasar de una computadora por cada 70 estudiantes, en 1987, a una por cada diez, y un periférico por cada cinco estaciones. Se tiene ya en operación una por cada nueve estudiantes, que en total dan 1128 computadoras o estaciones de cómputo, 216 periféricos, y dos computadoras centrales, la VAX 3400, y la 6210, de reciente adquisición.

Se invirtieron en el cuatrienio 1987-1990 \$15,982 millones de pesos a precios nominales, equivalentes a \$22,877 millones de 1990, para modernizar, ampliar o crear laboratorios y equipo diverso. La mayor parte de tales inversiones provinieron de donativos, legados, e ingresos extraordinarios por investigación y otras actividades. La UNAM contribuyó con el 28%.

Sin embargo, las instalaciones de la Facultad, tanto aulas como laboratorios están saturadas desde hace años; en algunos casos, sobresaturadas, como ocurre en la División de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación, y en la de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Formar ingenieros requiere equipamiento y prácticas de laboratorio y de campo. Por ejemplo, durante 1987, en el nivel licenciatura, se realizaron en laboratorios de la Facultad más de 156,000 prácticas-alumno, esto es, casi 13 prácticas por cada estudiante inscrito.

Por su parte, en campo se llevaron a cabo 558 prácticas o 20,899 prácticas-alumno, o sea que cada alumno inscrito realizó en promedio 1.7 prácticas de campo durante el año. Estos últimos números se refieren a prácticas efectivas, sin incluir visitas de observación a industrias u obras, de las cuales se realizaron 3,472 visitas-alumno.

En promedio, en cada semestre se impartieron cursos de teoría en 1,409 grupos y de laboratorio en 450.

La atención al trabajo experimental de laboratorio y campo es una de las muchas condiciones que contribuye a que la enseñanza de la ingeniería en esta Facultad sea la de más alta calidad en el país.

## **Presupuesto**

---

Los recursos financieros son escasos, y la ausencia de un entorno de competencia, tanto entre el alumnado como entre el profesorado, explican en su mayor parte la baja productividad actual del proceso formativo.

El presupuesto ejercido durante 1989, de \$36,500 millones de pesos arrojó un índice de recursos disponibles de \$1,170 dls/alumno matriculado; o bien de \$19,900 dls/alumno titulado. La primera cifra es muy baja, comparada con universidades internacionales, y la segunda se aprecia elevada.

Si el primer ingreso fuera de 2,000 alumnos, la matrícula de 10,000, con carrera de cinco años, y una eficiencia terminal de 2,000 titulados por año, los índices, bajo el mismo presupuesto, serían: \$1,400 dls/alumno matriculado; o bien, \$7,000 dls/alumno titulado, lo que significa un incremento de 2.8 veces en el costo/beneficio del uso de los recursos. Aún así, la cifra de recursos por alumno matriculado debiera ser cuando menos del doble de la actual para aspirar a una mayor eficiencia del profesorado.

En 1987 se ejerció un egreso total de \$15,259 millones de pesos. De ellos, poco más de \$2,290 millones provinieron de ingresos extraordinarios y donativos; los primeros, generados por prestación de servicios de investigación y asesoría, y los segundos, por gestión de los egresados, casi siempre a través de la SEFI. Se incluyeron en la cifra de recursos extraordinarios \$290 millones que no usó directamente la Facultad, sino que pasaron a disposición de la Administración Central, en los términos del Reglamento de Ingresos Extraordinarios de la UNAM.

Se ejerció durante 1988 un presupuesto global de \$27,927 millones de pesos, de los cuales \$4,080 millones se destinaron a gastos de operación e inversión, excluyendo sueldos y prestaciones. No obstante, \$2,242 millones, es decir, 55%, la aportó la propia Facultad de sus ingresos extraordinarios.

Eso significa que en su presupuesto universitario, la Facultad está recibiendo apenas un 7% para inversión y gastos de operación. Es inadecuado y peligroso que la Facultad esté obligada a depender cada vez más de fuentes externas, hasta para gastos operativos como las prácticas de campo y laboratorio.

Durante 1989, se registraron ingresos extraordinarios por \$11,381 millones de pesos, que sumados a los \$31,604 millones del presupuesto universitario ascendieron a \$42,985 millones. Los ingresos extraordinarios incluyen la recuperación del legado Valdés Vallejo. El 27% de las disponibilidades totales en 1989 tuvieron origen en ingresos extrapresupuestales, mismos que superaron en un tercio al presupuesto universitario.

El que la Facultad pueda allegarse fondos adicionales, muestra el aprecio externo hacia la importancia y solidez del proyecto educativo en el que está empeñada, proyecto bien estructurado en lo organizativo y en lo académico, y, sobre todo, con una firme cimentación ética y social, y con un alto propósito a mediano plazo que ya se configura: hacer de la Facultad de ingeniería una de las mejores del mundo.

De 1987 a 1990, los ingresos extraordinarios fueron de \$36,025 millones de pesos. Si eso fue posible en años críticos de la economía nacional, hay razón para esperar condiciones aún mejores en el futuro.

Durante 1990, dispuso de un presupuesto para su ejercicio directo, de aproximadamente \$52,000 millones de pesos, de los cuales \$37,000 millones provinieron del subsidio federal y el resto de ingresos extraordinarios (contratos de investigación, convenios de apoyo a la docencia, donativos, legados, etc).

Debe señalarse, para concluir, que satisfacer las necesidades de la Facultad en un grado razonable, sobre todo en relación con la remuneración de sus maestros, instalaciones y equipamiento, implica, cada vez más, la necesidad de multiplicar los recursos.

## Capítulo 4

---

# Consideraciones

## Ingeniería global

Actualmente, las economías nacionales no pueden operarse internamente; deben vincularse con el resto de las economías. El aislamiento ya no es viable. Es necesario un sistema de economía global (conjunto de economías nacionales y sus interrelaciones).

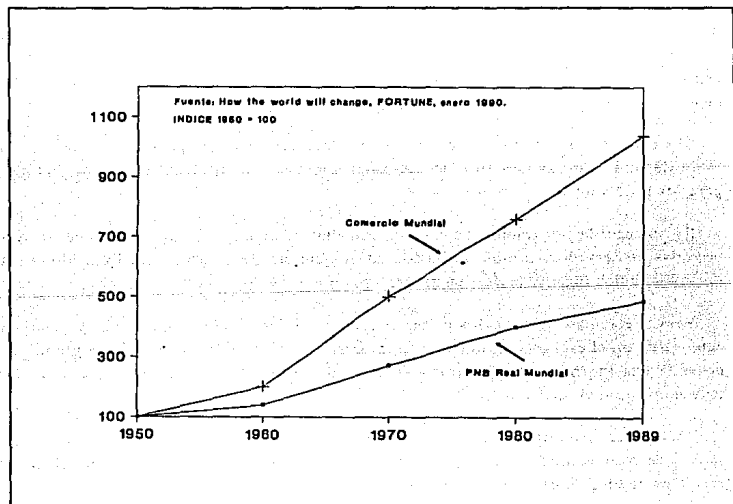


Figura IV.1 Evolución del crecimiento de la economía global.

La globalización se refiere a la operación de la economía del mundo, como si éste fuera un solo sistema.

El fenómeno de sistematización de la economía mundial seguirá avanzando, debido al grado de intercambio de bienes y servicios que experimentan las naciones.

A partir de los años 50, el comercio mundial ha crecido dos veces más rápido que el producto nacional de todos los países, dándose como consecuencia un crecimiento sin precedentes en las oportunidades del entorno internacional, pero también, una feroz competencia (véase Figura IV.1).

Dicha competencia ha obligado a utilizar nuevas tecnologías en las formas modernas de producción: aplicación intensiva de sistemas electrónicos de información, combinados con proceso de diseño, programación, diseño de máquinas, control de inventarios, y evaluaciones económicas en tiempo real; todo con apoyo en amplias bases de datos o bases de conocimientos, si se incorporan sistemas expertos en este último caso.

Esas nuevas tecnologías se han destinado a la manufactura de productos, erección de estructuras, aprovechamiento de recursos naturales, y prestación de servicios a la sociedad.

Sin embargo, los recursos de capital que requiere la investigación y el desarrollo están llegando a cifras que difícilmente pueden recuperarse sin tener mercados globales para los productos tecnológicos.

El proceso de integración económica mundial demanda a la ingeniería nuevas tecnologías, generando cambios profundos en el ejercicio de la profesión, forzando así la creación de una ingeniería de tipo global.

Para la economía global, los países requieren modernización tecnológica y personal capacitado en el esquema mundial. Sin embargo, para administrar tecnología global, se necesita una ingeniería global (capacidad y conocimientos para asimilar y desarrollar tecnología a nivel internacional).

La ingeniería global enfatiza el desarrollo tecnológico de procesos y la materialización de nuevos productos. Tiene la capacidad para concebir y materializar, bienes y servicios viables en un mercado mundial.

La ingeniería global queda condicionada por los requerimientos de la tecnología que demanda la economía global: mejoramiento permanente de productos y procesos de



producción, diseño continuo de nuevos productos, diseño de nuevos procesos, y manufactura eficaz y eficiente.

Para este tipo de ingeniería es necesario apreciar problemas con visión sistémica; un conocimiento científico-tecnológico riguroso; el uso de tecnologías específicas para el aprendizaje y la práctica profesional; capacidad para asimilar tecnología y administrarla, adaptarla y no sólo trasplantarla; innovar y desarrollar tecnología en la práctica profesional; actualización permanente de conocimientos, y exposición a culturas y formas de vida del exterior.

## Situación en México

---

Ahora que México se prepara para una integración comercial en el bloque regional de Norteamérica, no puede dejar de atender el aspecto internacional, ni olvidar la realidad interna del país, lo cual conforma el doble reto de la sociedad. Por lo anterior, México continúa en su propio cambio interno: el de la modernización integral, alcanzar competitividad en los mercados internacionales, y apoyar el crecimiento de su mercado interno.

La modernización tecnológica nacional requerirá una ingeniería de tipo global, pues la actual se ha desarrollado en una economía local de tipo proteccionista, por lo que debe cambiar para afrontar la apertura.

La movilización del capital nacional e internacional hacia México permitirá la absorción de tecnología, generándose así cambios importantes en las formas de producción tanto nacional como internacional.

En el aspecto industrial de exportación tendrá que reunir los estándares que fijan los mercados internacionales: calidad, precio, oportunidad y nivel de servicio; por lo que urgen acciones de modernización tecnológica, materialización de la eficiencia en el proceso de producción, y materialización de la eficacia del producto terminado.

La participación de la economía mexicana en la internacional incrementará exportaciones con base, inicialmente, en tecnología importada, lo que redundará en importantes desembolsos del país para su adquisición, de ahí que deberá responder a un programa bien trazado.

Para ello habrá que tomar en cuenta la experiencia de Japón: entre 1950 y 1980 invirtió más de 10 mil millones de dólares para adquirir la tecnología que necesitaba<sup>1</sup>, importar *know-how* bajo licencia. Sin embargo, no resulta fácil, requiere un razonamiento y un juicio técnico del más alto nivel, así como una atención desmedida por el detalle.

Durante las décadas en que Japón importó tecnología, negoció no menos de 30 mil acuerdos independientes (del orden de mil por año) con compañías extranjeras. Esto proporciona una medida del esfuerzo monumental realizado para posicionar adecuadamente su planta industrial.

Ese país lo logró con base en el compromiso de su gobierno hacia la educación, decisión que le permitió construir un ejército de ingenieros tan grande como el de Norteamérica. Invirtió, así mismo, en investigación y desarrollo, tanto como los Estados Unidos y más que cualquiera de las grandes naciones europeas (véase Tabla IV.1):

País	Número de trabajadores técnicos por millón de habitantes
Japón	5,000
Estados Unidos	3,500
Alemania Federal	2,500

**Tabla IV.1** *Trabajadores técnicos por millón de habitantes.*

---

<sup>1</sup> A Survey of Japanese Technology, *The Economist*, 1990.

## Importancia de la enseñanza-aprendizaje para la globalización

El ingeniero del futuro requiere educación en ingeniería global, tener capacidad para la competencia internacional, conocer y absorber la tecnología en su nivel actual, y aprender su innovación concibiendo o creando nuevos productos y nuevas tecnologías de producción, convirtiendo así, rápidamente, tecnologías en productos de alta calidad.

La enseñanza de la ingeniería en la licenciatura tenderá, por obligación, a la formación de habilidades de tipo general que permitan al ingeniero especializarse en la maestría o en su práctica profesional, así como adquirir la visión generalista de las cosas, a medida que adquiere experiencia profesional.

El avance tecnológico mundial en los últimos 25 años, se ha caracterizado por la diversidad de campos tecnológicos donde ha ocurrido. Este avance ha dado origen al cuarto sector de la economía: el de la ingeniería del conocimiento.

Se requerirá, además, especial énfasis en la ingeniería del conocimiento. La ingeniería global obligará a operar con cambios frecuentes y más drásticos. Las funciones relacionadas, tanto con la infraestructura como con las empresas productivas, se caracterizarán como:

Función del Ingeniero	Características de la reorientación
Concepción y diseño	Innovación permanente de productos orientada hacia las necesidades del mercado.
Construcción o manufactura	Eficiencia internacional en el proceso.
	Eficacia internacional en el producto.
	Innovación permanente en el proceso.
Supervisión y control	Con métodos, estándares y normas internacionales.
Operación y distribución	Con mínimos inventarios y productividad.
Conservación y mantenimiento	Preventivo y sistemático

Tabla IV.2 Características fundamentales de la práctica de la ingeniería global.

Los profesionales de la ingeniería son los responsables de la administración de la tecnología para el sistema productivo de bienes y servicios que demanda la sociedad. Por consiguiente, el proceso enseñanza-aprendizaje de la ingeniería estará estrechamente vinculado con la actividad productiva.

## **El proceso enseñanza-aprendizaje en México**

---

México tiene estudiantes de ingeniería capaces de prepararse con un nivel comparable a cualquiera de los mejores en el extranjero. Sin embargo, no cuenta con una masa crítica de éstos para adaptar la tecnología global.

Las instituciones de educación superior en el país deben adecuarse para la enseñanza-aprendizaje de la ingeniería global. Esto implica un cambio educativo total, donde será necesaria la modernización de laboratorios, talleres, centros y gabinetes.

## **Proceso enseñanza-aprendizaje en la FI**

---

La Facultad de Ingeniería cuenta con importantes ventajas comparativas para encabezar el cambio hacia la ingeniería global:

- El mejor centro de educación continua de México y de Latinoamérica.
- Aún con carencias, los mejores laboratorios y talleres del país.
- La tradición de un papel histórico consumado (preparó a los ingenieros que el país requirió en su despegue postrevolucionario, aunque ahora forme sólo al 5% de los ingenieros del país).
- La mayor institución de posgrado en el país.

Pero requiere un sistema nuevo de interrelaciones que obedezca a una política de competitividad, de vínculo y orientación al mercado, y de logro de resultados óptimos y concretos, en beneficio de la formación del personal de la ingeniería.

La Facultad tiene como propósito ser la institución líder en la modernización para formar profesionales de la más alta calidad para la ingeniería global del futuro.

Para ello, tendrá que adecuarse a los siguientes objetivos:

- Formar hombres y mujeres para el liderazgo de empresas e instituciones educativas y gubernamentales de carácter tecnológico.
- Lograr estándares de calidad y eficiencia comparables a los de las mejores instituciones educativas en materia de ingeniería en el mundo.
- Ejercer el liderazgo en el país con relación a las orientaciones futuras en la formación y práctica de la ingeniería en México.

La formación de ingenieros para la ingeniería global se fundamentará en lineamientos sólidos como:

- Enfatizar el entendimiento a fondo de principios fundamentales de la física y de las matemáticas; esto es, ofrecer un conocimiento científico-técnico riguroso.
- Desarrollar la habilidad para apreciar problemas de ingeniería, con visión sistémica.
- Impulsar el desarrollo de habilidades en el proceso creativo de la ingeniería.

## Capítulo 5

---

---

## Posibilidades de respuesta

Dada la problemática que enfrenta la Facultad, y el reto que representa la formación de recursos humanos para la ingeniería global, es necesario plantear posibilidades de solución.

La Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería, en el documento "La Formación de Profesionales e Investigadores para la Ingeniería Global" propone dos alternativas para formar a los ingenieros que requerirá la ingeniería global, las que se presentan en el apéndice A.

Conviene señalar que, de manera personal, dichas alternativas no son las más viables, ya que ambas hacen referencia a una disminución en la matrícula, lo que en estos momentos no es la mejor solución, pues se necesitan más y mejores ingenieros.

Es por ello que en este trabajo se sugiere una alternativa, enfocada a mantener y mejorar la calidad, o sea la actualización de su infraestructura básica, lo que implica la modernización tecnológica en términos de instalaciones, equipo e instrumental, orientada al desarrollo de la docencia en ciencia y tecnología, a fin de elevar la calidad académica para la formación de los recursos que demanda el país.

Otra sugerencia sería gestionar los apoyos necesarios para abatir la obsolescencia de una parte de la infraestructura, y ponerla al nivel que requieren las estrategias de modernización científica y tecnológica.

Dicha modernización será más acelerada y eficiente conforme esa modernización contemple la propia infraestructura de equipo e instrumental de los centros de investigación y de las instituciones de educación superior.

Con el propósito de fortalecer la enseñanza de la ciencia y la tecnología, el Plan de Acción de la UNAM, con base en sus estrategias de cambio desarrolla el programa UNAM-BID<sup>1</sup>; por su objetivo de mejorar la infraestructura de diversas dependencias universitarias, entre otras la Facultad de Ingeniería, es uno de los más importantes convenios de apoyo a la docencia.

---

1 Véase Apéndice B

En la parte correspondiente a la infraestructura de la Facultad, contempla programas de renovación, adquisición y ampliación de equipo y materiales, en los que se incluyen descripciones de laboratorios, talleres y otras instalaciones de docencia y servicios; listas de equipos y materiales para cada órgano, y el costo estimado de los mismos; en conjunto aseguran un nivel adecuado de operación y mantenimiento de obras, equipos e instalaciones, así como las medidas previstas para comprometer la asignación de recursos a partir de la puesta en servicio de los equipos, contemplando, además, algunos otros problemas técnicos.

Sus objetivos son, básicamente:

- Sustentar los currícula en una formación integral que vincule la teoría con la práctica y con la investigación, y establecer una estrecha relación con el sector productivo.
- Incrementar en calidad y cantidad, actividades de investigación a nivel licenciatura y posgrado, desarrollando actitudes y aptitudes racionales, críticas y creativas, mediante proyectos de investigación y de prácticas.
- Vincular, aún más, los estudios de posgrado con las actividades de investigación, enfocándolas a las respuestas que reclama la infraestructura del contexto nacional en la formación de profesionales de alto nivel.
- Alcanzar una infraestructura que refleje los avances tecnológicos en términos de instalaciones, equipo e instrumental a fin de mantener el liderazgo académico de la Institución.

Sus estrategias son:

- Apoyar a los laboratorios y talleres de las diversas disciplinas de la ingeniería, formando e incrementando los recursos humanos que sean necesarios, así como readaptando, reestructurando y, en su caso, ampliando la planta física y su infraestructura en mobiliario y equipo.
- Promover la actualización y abastecimiento permanente de material y equipo acorde con las diferentes carreras, niveles y áreas de conocimiento, a la vez que establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Contar con recursos físicos para los estudios de posgrado, de acuerdo con sus necesidades y desarrollo.



- Incrementar los recursos financieros para mejorar los laboratorios y talleres, y la actualización y superación técnica y profesional de quienes respaldan estos servicios, enmarcando los aspectos relativos a los laboratorios en una reglamentación, considerando la revisión periódica de inventarios, número y tipo de usuarios, necesidades de éstos en cuanto a horarios, uso de tiempo extra clase, además de un mecanismo para control y recuperación del material.

Para el desarrollo del proyecto, se pidió (por parte de Rectoría) información general sobre el estado y los requerimientos de los laboratorios, talleres, gabinetes, etc., por lo cual, el proyecto se desarrolló en tres fases: la primera consistió en una descripción generalizada de los laboratorios y talleres de la Facultad, y requerimientos en cuanto a costo del nuevo equipo; en la segunda se presentó un panorama actualizado de la Facultad, objetivos y estrategias del proyecto, metas de infraestructura por divisiones, y metas de infraestructura en totales; y en la tercera, una descripción total del equipo solicitado, y su costo.

A continuación se presenta la parte correspondiente a las metas de infraestructura por divisiones, y las de infraestructura en totales del trabajo (fase dos del proyecto de equipamiento):

## **Metas de infraestructura<sup>2</sup>**

---

### **División de Ciencias Básicas**

#### **Departamento de Mecánica**

##### ***Laboratorio de Mecánica***

Facilitar el aprendizaje de la mecánica newtoniana a través del trabajo experimental, al mejorar las prácticas de laboratorio, para las asignaturas Estática, Cinemática y Dinámica, beneficiándose 3,000 educandos y 60 profesores, al ampliar sus instalaciones, y renovar y adquirir equipo. Inversión estimada: \$202,000

#### **Departamento de Física**

##### ***Laboratorio de Electricidad y Magnetismo***

Desarrollar el aprendizaje de sistemas físicos mediante la ampliación y remodelación de sus instalaciones, así como con la adquisición, ampliación y renovación de equipo, complementando y mejorando el aprendizaje de las materias Electricidad y Magnetismo, Electromagnetismo y Principios de Energética, lo que repercutirá en beneficio de 910 estudiantes y 40 maestros. Inversión estimada: \$197,000

---

2 Los montos de inversión en infraestructura que plantea la Facultad para cada una de sus Divisiones, se han manejado en dólares norteamericanos, a una paridad de \$3,100 pesos con respecto a esa moneda.

***Laboratorios de Termodinámica y de Química***

Mejorar la relación alumno-equipo al ampliar y remodelar las instalaciones de estos laboratorios, elevando la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje de 700 estudiantes y 18 titulares de las materias Termodinámica, y Química. Inversión estimada: \$113,000

***Taller de Modelismo, y Apoyo de equipo audiovisual***

Mejorar la utilización del taller y el servicio del auditorio Sotero Prieto, dando respaldo a las materias Introducción a la Ingeniería, Dibujo, y Mecánica, beneficiando a 500 estudiantes y 10 maestros en el Taller de Modelismo, y a 4,500 alumnos y 20 profesores con el equipo audiovisual, mediante la adquisición de aparatos, ampliación de instalaciones y remodelación del auditorio. Inversión estimada: \$140,000

***Laboratorio de Energética y Óptica***

Reforzar la atención a los alumnos y profesores, con base en la ampliación de instalaciones y adquisiciones de equipo, beneficiándose a 350 estudiantes y 20 maestros, aproximadamente de las materias Óptica, y Principios de Energética. Inversión estimada: \$115,200

**Departamento de Matemáticas Aplicadas**

***Laboratorio de Computadoras y Programación***

Incrementar el servicio a los 1,800 alumnos de nuevo ingreso y a 30 profesores aproximadamente, al ampliar, renovar y adquirir equipo, y al ampliar y remodelar instalaciones. Inversión aproximada: \$300,000

## División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

### **Departamento de Geofísica**

#### *Gabinete de Geofísica*

Adquisición de equipo para la capacitación de maestros y alumnos en las técnicas de operación de campo, desarrollo de proyectos de investigación, y en el aspecto teórico-práctico del proceso enseñanza-aprendizaje, así como dar respuesta a las demandas de la sociedad, a la vez que generar ingresos extraordinarios, fortaleciendo las materias Prospección Gravimétrica y Magnetométrica, Prospección Eléctrica y Radiométrica, Prospección Sismológica, y Registros Geofísicos de Pozos, y asignaturas de las carreras de Geólogo y Geofísico, en favor de 300 alumnos. Inversión estimada: \$193,800

### **Departamento de Explotación de Pozos**

#### *Laboratorio de Ingeniería de Pozos*

Adquisición de equipo para las prácticas de las asignaturas Perforación de Pozos, y de Estimulación de Pozos, desarrollando el aspecto teórico-práctico del proceso enseñanza-aprendizaje, para superación de 95 alumnos. Inversión estimada: \$19,625

### **Departamento de Yacimientos Minerales**

#### *Laboratorio de Petrografía, Mineralogía y Yacimientos Minerales*

Adquisición de equipo para mejorar sustancialmente la enseñanza, apoyar proyectos de investigación aplicada, ampliar los servicios a empresas públicas y privadas, y respaldar a las asignaturas Petrología, Petrología Ignea, Petrología Sedimentaria, Petrología Metamórfica, Metalogenia, Geoquímica, Mineralogía Óptica, Yacimientos Minerales, Minerografía, y Geología Aplicada a la Minería, beneficiando a 580 educandos y 24 profesores. Inversión estimada: \$161,145

## **Departamento de Explotación de Minas y Metalurgia**

### ***Laboratorios de Química, de Metalurgia, y de Espectrofotometría de Absorción Atómica***

Adquisición de equipo para reforzar la investigación, y elaboración de tesis, así como generar ingresos extraordinarios para la Facultad, dando apoyo a las materias Preparación Mecánica de Minerales, y Concentración de Minerales, beneficiando a 40 estudiantes, y profesores investigadores. Inversión estimada: \$38,656

## **Departamento de Geología y Geotecnia**

### ***Laboratorio de Mecánica de Rocas***

Adquisición de equipo para incrementar y diversificar la infraestructura científica y tecnológica del departamento, a fin de elevar el nivel de calidad del proceso enseñanza-aprendizaje, dando respaldo a las materias Mecánica de Rocas, y Geología Aplicada a la Ingeniería Civil, beneficiando a 40 educandos. Inversión estimada: \$6,120

### ***Laboratorio de Geología Física***

Adquisición de equipo para incrementar y modernizar el proceso enseñanza aprendizaje, dando apoyo a las materias Fundamentos de Geología y Geodinámica interna, respaldando a 200 estudiantes. Inversión estimada: \$2,805

### ***Taller de Fotogeología y Cartas Geológicas***

Reposición de equipo para modernizar el proceso enseñanza- aprendizaje, apoyando a las materias Fotogeología, Geología de México, Geología Estructural, Campo Avanzado, Campo General, e Interpretación de Cartas, en beneficio de 200 alumnos. Inversión estimada: \$28,806

### ***Taller de Campo Avanzado***

Adquisición de equipo para aumentar la eficiencia del taller, reforzando la asignatura Geología de Campo Avanzada. Inversión estimada: \$7,500

## División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

### **Departamento de Estructuras**

#### *Laboratorio de Materiales*

Ampliar y mejorar la formación académica en el Área de Control de Calidad de Materiales de Construcción, al establecer, a este respecto, un laboratorio modelo, y así beneficiar a 750 alumnos y 25 profesores de Mecánica de Materiales, Estructuras de Concreto, y Estructuras Metálicas, además de apoyar al Departamento de Construcción en las asignaturas referentes a la Tecnología del Concreto. Inversión estimada: \$119,700

### **Departamento de Fotogrametría**

#### *Laboratorio de Fotogrametría*

Renovar, adquirir y ampliar el equipo para restitución fotogramétrica, y adaptarlo al nuevo programa de estudios de la carrera de Ingeniero Topógrafo y Geodesta, y como refuerzo a las materias Fundamentos de Fotogrametría, Restitución Fotogramétrica y Percepción Remota, Vías Terrestres, y Topografía General, beneficiando a 109 estudiantes por semestre. Inversión estimada: \$50,000

### **Departamento de Ingeniería Hídrica**

#### *Laboratorio de Hidráulica*

Habilitar y mejorar el sistema hidráulico, reduciendo sus costos de mantenimiento por tener éste la misma antigüedad que la Facultad de Ingeniería, mismo que alimenta al 90% de los modelos de estructuras hidráulicas, marítimas y fluviales, además de canales y tuberías del laboratorio; garantizar y mejorar el soporte que proporciona dicha infraestructura a las materias Hidráulica Básica, Hidráulica de Canales, Hidromecánica, Obras hidráulicas, e Hidrología, beneficiando a 758 alumnos aproximadamente. Inversión estimada: \$73,120

## Departamento de Ingeniería Sanitaria

### *Laboratorio de Ingeniería Sanitaria*

Contribuir a satisfacer la creciente necesidad de contar con más y mejores ingenieros civiles en el área de Ingeniería Sanitaria, en sus fases de proyecto, construcción y operación de obras, al ampliarse la preparación de 665 estudiantes, tanto en aspectos prácticos, como en tareas de investigación, y apoyarlos en la realización de tesis en temas vinculados con Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado, Impacto Ambiental, Instalaciones Sanitarias en Edificación, Tratamiento de Aguas Residuales, y Contaminación del Agua. Inversión estimada: \$63,000

## Departamento de Topografía

### *Gabinete de Topografía*

Adecuar las instalaciones físicas y disponer de medios para un manejo más eficiente del equipo de Topografía, Geodesia, Cartografía y Astronomía de Posición, en beneficio de 182 alumnos en 12 grupos por semana. Inversión estimada: \$15,231

## Departamento de Geotecnia

### *Laboratorio de Mecánica de Suelos*

Mejorar, mediante nuevas adquisiciones, el laboratorio en apoyo de las materias Estructuras de Pavimentos, Mecánica de Suelos Teórica, Comportamiento de Suelos, Cimentaciones, Introducción al Comportamiento de Materiales y de sus proyectos de investigación, en beneficio de 840 educandos y ocho académicos. Inversión estimada: \$19,300

### *Unidad de Cómputo*

Actualizar la formación de alumnos y personal docente en la aplicación del cómputo a la ingeniería civil, ampliando y renovando el equipo en beneficio de 1,600 alumnos-mes. Inversión estimada: \$52,000

## División de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y en Computación

### **Departamento de Ingeniería Eléctrica**

#### ***Laboratorios de Sistemas Eléctricos de Potencia II, de Protección de Sistemas Eléctricos, de Temas Selectos de Sistemas Eléctricos, Máquinas Eléctricas, y de Equipo Eléctrico***

Actualizar el proceso enseñanza-aprendizaje de 450 estudiantes, mediante la modernización de las prácticas en dichos laboratorios al reparar y reponer equipo, así como mejorar su instrumentación. Inversión estimada: \$80,957

### **Departamento de Ingeniería de Control**

#### ***Laboratorios de Análisis de Circuitos Eléctricos, y de Medición e Instrumentación***

Modernizar las prácticas de instrumentación en dichos laboratorios, así como cubrir su demanda al mejorar y ampliar de dos a ocho los *kits* transductores disponibles, además de satisfacer las necesidades de computadoras para interfazarlas a fin de procesar y analizar señales, y controlar variables de medición detectadas por los sensores, beneficiando a 700 escolares. Inversión estimada: \$30,765

#### ***Laboratorios de Control Analógico, y de Control Digital***

Mejorar los métodos enseñanza-aprendizaje y cubrir la demanda de infraestructura de experimentación en control digital, control multivariable y control de procesos, mediante computadoras, tarjetas de desarrollo, controladores lógicos programables, tarjetas adquisidoras de datos, y del diseño de sistemas de robótica, beneficiando a 725 alumnos. Inversión estimada: \$30,765



**Departamento de Comunicaciones y Electrónica*****Laboratorio de Microprocesadores***

Actualizar e incrementar el equipo de computación del laboratorio, a fin de mejorar la enseñanza-aprendizaje de la tecnología de microprocesadores, beneficiando a 280 alumnos. Inversión estimada: \$19,296

***Laboratorios de Electrónica Analógica, de Electrónica Digital, de Amplificación de Señales, de Dispositivos Electrónicos, de Electrónica Básica, de Instrumentación Electrónica, de Profesores de Electrónica, y del Centro de Diseño Electrónico***

Mejorar la formación de recursos humanos, desarrollando el vínculo entre los aspectos teóricos y los prácticos, al reponer, reparar y equipar los laboratorios destinados a las materias Dispositivos Electrónicos con 600 alumnos; Sistemas Analógicos, con 50; Amplificación de Señales, con 350; Microprocesadores, con 250; Instrumentación Electrónica, con 30; Electrónica Aplicada a Equipo Geofísico, con 30, y Electrónica Básica, con 30. Debido a que hay alumnos que toman más de un laboratorio por semestre, el total de estudiantes y profesores beneficiados es de 1,800 y 71, respectivamente. Inversión estimada: \$261,920

***Laboratorios de Comunicaciones Digitales, y de Sistemas de Comunicaciones y de Alta Frecuencia***

Desarrollar los aspectos teórico-prácticos del proceso enseñanza-aprendizaje, construyendo y equipando los laboratorios, para 180 estudiantes de la materia Teoría Electromagnética; 50 de Radiación y Propagación; 384 de Filtrado y Modulación; 384 de Comunicaciones Digitales, y 40 de Sistemas de Comunicaciones I, dando formación a 940 alumnos en el área de Comunicaciones. Inversión estimada: \$1'075,895

## **Departamento de Ingeniería en Computación**

### ***Laboratorio de Computación***

Elevar la calidad de las actividades docentes, al disponer de más y mejor equipo, utilizando tecnología de redes y equipo periférico avanzado, a fin de elevar la calidad de la enseñanza- aprendizaje de 250 alumnos de Bases de Datos, 300 de Compiladores, 350 de Sistemas Digitales, 250 de Estructuras de Datos, 350 de Estructuras Discretas, 300 de Ingeniería de Programación, 350 de Ingeniería de Sistemas, 200 de Inteligencia Artificial, 200 de Lenguajes Formales y Automatas, 200 de Microcomputadoras, 250 de Organización de Computadoras, 400 de Programación de Sistemas, 450 de Programación Estructurada y Características de Lenguajes, 250 de Redes de Computadoras, 100 de Reconocimiento de Patrones y Sistemas Expertos, 250 de Sistemas Operativos, 30 de Diseño Asistido por Computadora, 80 de Graficación por Computadora, 40 de Procesamiento Digital de Imágenes, y 450 alumnos de la materia de Memorias y Periféricos, en beneficio de más de 2,500 educandos, que habitualmente usan el laboratorio. Inversión estimada: \$886,808

### ***Laboratorios de Microcomputadoras, y de Memorias y Periféricos***

Superar la calidad de las actividades docentes, mejorando y equipando dichos laboratorios, y redistribuir su área de cubículos, con lo que se respaldará a 200 alumnos de la materia Microcomputadoras, y a 250 de Memorias y Periféricos. Inversión estimada: \$103,710

## División de Ingeniería Mecánica e Industrial

### **Departamento de Ingeniería Industrial**

#### ***Laboratorios de Estudio del Trabajo, de Planeación y Control de la Producción, y de Investigación de Operaciones***

Acondicionar y completar instalaciones y equipo destinadas a establecer formalmente estos laboratorios, con lo que se mejorará la atención a los educandos, adquiriendo conocimientos, habilidades y destrezas en los métodos de medición de los tiempos y movimientos, planeación y control de la producción, así como en las diferentes áreas de la Investigación de Operaciones, y a la vez fortalecer las materias Estudio del Trabajo, Diseño de Sistemas Productivos, Productividad, Planeación y Control de la Producción, Calidad, Investigación de Operaciones, Administración de Operaciones y Optimación de Operaciones, beneficiando a 550 alumnos y 15 profesores. Inversión estimada: \$92,615

#### ***Laboratorio de Calidad***

Crear y desarrollar este laboratorio, adquiriendo equipo para proporcionar a los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje simulaciones que les permitirán resolver problemas de calidad en productos, procesos, programas y sistemas, dando servicio a la materia Calidad, con lo que se beneficiarán 270 alumnos y nueve profesores. Inversión estimada: \$14,000

#### ***Laboratorio de Cómputo Industrial***

Ampliación, reubicación y adquisición de equipo y paquetería para capacitar al educando en el manejo de los diferentes equipos de cómputo personal, y en las aplicaciones de la paquetería existente que le ayuden a acelerar la toma de decisiones, respaldando a 400 estudiantes y 13 profesores. Inversión estimada: \$26,000

### *Clinica de Emprendedores*

Desarrollar en los alumnos el espíritu empresarial mediante la creación y equipamiento de esta clínica a fin de que obtengan la suficiente información y formación para que integren su propia empresa, y coadyuven en el desarrollo del país, buscando que la clínica respalde a las materias Técnicas de Evaluación Económica, Ingeniería Financiera, Costos y Evaluación Económica, Gestión de Empresas, Relaciones Laborales, Comportamiento Humano, y Sistemas de Comercialización, beneficiando a 670 educandos y 22 profesores. Inversión estimada \$10,000

### **Departamento de Ingeniería Mecánica**

*Laboratorios de Máquinas de Control Numérico Computarizado, de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora, de Manufactura Flexible, de Mediciones Mecánicas, de Corte de Materiales, de Manufactura de Materiales, de Mecanismos, y de Materiales y Pruebas Mecánicas*

Ampliación y adecuación de instalaciones y equipamiento para proporcionar a los alumnos una sólida formación en las técnicas avanzadas de manufactura, así como desarrollar, asimilar y proporcionar asesoría a la industria en el uso de nuevas tecnologías de manufactura, coadyuvando al entrenamiento del personal técnico de alto nivel para la industria mexicana, beneficiando a 645 alumnos y 62 profesores. Inversión estimada: \$1'237,000

## **Departamento de Ingeniería Termoenergética y Mejoramiento Ambiental**

*Laboratorios de Máquinas Térmicas, de Mecánica de Fluidos, de Desarrollo de Proyectos, de Combustión, de Mejoramiento Ambiental, y de Fuentes Alternas de Energía*

Renovar, ampliar y reequipar los laboratorios de Máquinas Térmicas, de Mecánica de Fluidos, y de Desarrollo de Proyectos, así como establecer los de Combustión, de Mejoramiento Ambiental, y de Fuentes Alternas de Energía, a fin de complementar y actualizar la actividad académica en las áreas de Ingeniería Termoenergética y Mejoramiento Ambiental, así como lograr la capacidad para desarrollar proyectos industriales en los que intervengan directamente docentes y educandos, dando servicio a las materias Máquinas Térmicas, Laboratorio de Aire Acondicionado, Laboratorio de Termofluidos, Laboratorio de Mecánica de Fluidos, Transferencia de Calor, Dinámica de Fluidos, Teoría de la Combustión, Ingeniería Energética, Proyecto de Instalaciones Industriales, Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos y Energía, y Sistemas de Mejoramiento Ambiental, beneficiando a 120 alumnos y 19 profesores. Inversión estimada: \$2'660,000

## **Departamento de Mecatrónica**

*Laboratorios de Mecatrónica, y de Automatización y Robótica*

A fin de respaldar la enseñanza teórica, investigación y desarrollo de proyectos de automatización industrial, con la aplicación de robótica, se necesita crear el Laboratorio de Mecatrónica, y adecuar, ampliar y equipar el de Automatización y Robótica, beneficiándose 550 estudiantes y 13 académicos. Inversión estimada: \$330,000

## División de Estudios de Posgrado

### **Secciones de Matemáticas, Cómputo, Planeación e Investigación de Operaciones**

Mejorar la enseñanza-aprendizaje y las actividades de investigación relacionadas con las maestrías de Planeación e Investigación de Operaciones al disponer de computadoras personales, estaciones de trabajo, equipo periférico y paquetes de *software*, beneficiándose 120 alumnos. Inversión estimada: \$30,000

#### *Laboratorio de CAD*

Elevar la eficiencia del laboratorio, sustituyendo la tecnología actual y ampliando las instalaciones físicas para fortalecer las materias Graficación por Computadora, Estructura de Datos, Diseño de Sistemas Digitales, Diseño de Circuitos Impresos Asistido por Computadora, Temas Especiales de Computación (Diseño Asistido por Computadora), y Sistemas de Ingeniería Asistidos por Computadora; esta materia se imparte a nivel licenciatura y/o nivel posgrado, beneficiando a 170 estudiantes. Inversión estimada: \$135,000

### **Sección de Ingeniería Energética**

#### *Laboratorio de Auditorías Energéticas*

Ampliar cualitativamente la enseñanza-aprendizaje en las áreas de Eficiencia de Combustión, Generadores de Vapor, Hornos y Motores de Combustión Interna, Balances de Masa y Energía, Procesos y Diagnóstico de Equipos, y Evaluación de Pérdidas de Energía, en favor de los alumnos de la sección. Inversión estimada: \$15,500

## **Sección de Ingeniería Ambiental**

### ***Laboratorio de Ingeniería Ambiental***

Actualizar y mejorar las prácticas relacionadas con el proceso enseñanza-aprendizaje de materias de la maestría, de modo que los estudiantes no sólo desarrollen los conceptos teóricos a base de prácticas en laboratorio, sino que se incremente el número de graduados en la maestría, al mejorar la infraestructura de investigación para realizar el trabajo de tesis, beneficiando a 110 alumnos. Inversión estimada: \$93,718

## **Sección de Hidráulica**

Mejorar la formación de alumnos y las labores de investigación de la sección, mediante la adquisición de equipo de cómputo, en beneficio de 50 estudiantes y cinco proyectos de investigación. Inversión estimada: \$46,000

## División de Educación Continua

### **Cursos Abiertos e Institucionales**

Superar cualitativamente más de 300 cursos abiertos y 300 institucionales, al actualizar el equipo de cómputo mediante redes y estaciones de trabajo, a fin de impartir cursos de vanguardia en el área de Cómputo y temas afines al mismo, manteniéndose así el liderazgo en la actualización de dicho campo, favoreciendo a más de 3,750 estudiantes por año. Inversión estimada: \$175,000

### **Programa de Apoyo a la Titulación**

Dar un mayor y mejor servicio a alumnos y profesores del Programa de Apoyo a la Titulación, remodelando sus instalaciones y adquiriendo equipo de cómputo, titulándose aproximadamente 350 estudiantes. Inversión estimada: \$43,790



## Secretaría General

### **Centro de Cálculo**

Adecuar el servicio de cómputo a favor de la formación de recursos humanos y a las demás actividades académicas de la comunidad, mejorando, adaptando y actualizando las instalaciones, al cambiar las terminales, formar redes de cómputo e incorporar estaciones de trabajo, beneficiándose 10,500 alumnos, 300 maestros, 70 becarios y 160 usuarios externos. Inversión estimada: \$666,000

### **Centro de Servicios Educativos**

Incrementar en un 50% los servicios educativos que se ofrecen permanentemente a profesores y alumnos instalando aulas multimedia para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje, además de ampliar, remodelar, reubicar y equipar las instalaciones del Centro, así como reestructurar el sistema de circuito cerrado del edificio Principal y el de Ciencias Básicas, en favor de 2,100 estudiantes y 96 maestros, en promedio, por mes. Inversión estimada: \$250,000

## Secretaría de servicios académicos

### **Bibliotecas**

Para actualizar el manejo de las bibliotecas de licenciatura, se ampliarán y remodelarán, a fin de incrementar un 20% la atención y los préstamos a 6,500 usuarios de la *Ingeniero Antonio Doval Jaime* y dar servicios de hemeroteca, mapoteca y tesis a más de 4,500 alumnos en la *Maestro Enrique Rivero Borrell*. Inversión estimada: \$305,806

## Metas de infraestructura de la Facultad de Ingeniería, en totales

Equipamiento, materiales	\$ US
Laboratorios	5'018,274
Computación	2'586,897
Talleres	168,225
Otros	260,735
<b>SUBTOTAL</b>	<b>8'034,131</b>

Obra civil	m <sup>2</sup>	\$ US
Nueva	4,598	1'779,996
Ampliación	1,036	234,040
Remodelación	2,080	490,385
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7,714</b>	<b>2'504,421</b>

<b>TOTAL</b>	<b>10'538,552</b>
--------------	-------------------

**Tabla V.1** Metas de infraestructura de la Facultad de Ingeniería, en totales.

## Metas de infraestructura, gran total, por divisiones

Equipamiento y materiales					
Divisiones	Laboratorios (\$US)	Computación (\$US)	Talleres (\$US)	Otros (\$US)	Subtotal
DCB	486,065	243,550	133,225	--	862,840
DICT	213,405	29,287	35,000	180,765	458,457
DICTG	223,000	97,020	--	10,230	330,250
DIEEC	874,930	818,416	--	--	1'693,346
DIMEI	2'907,056	451,915	--	10,000	3'368,971
DEP	95,234	223,209	--	--	318,443
DEC	--	179,500	--	25,740	205,240
SG	218,584	544,000	--	34,000	796,584
BIB	--	--	--	--	--
TOTALES	5'018,274	2'586,897	168,225	260,735	8'034,131

Tabla V.2 Equipamiento y materiales.

Obra civil								TOTAL
Divisiones	Nueva		Ampliación		Remodelación		Subtotal	
	m <sup>2</sup>	\$ US	m <sup>2</sup>	\$ US	m <sup>2</sup>	\$ US	\$ US	\$ US
DCB	--	--	540	121,940	365	82,420	204,360	1'067,200
DICT	--	--	--	--	--	--	--	458,457
DICTG	--	--	275	62,100	--	--	62,100	392,350
DIEEC	2,000	774,190	--	--	100	22,580	796,770	2'490,116
DIMEI	1,808	700,000	--	--	1,331	300,644	1'000,644	4'369,615
DEP	--	--	--	--	8	1,775	1,775	320,218
DEC	--	--	--	--	60	13,550	13,550	218,790
SG	--	--	221	50,000	216	69,416	119,416	916,000
BIB	790	305,806	--	--	--	--	305,806	305,806
TOTALES	4,598	1'779,996	1,036	234,040	2,080	490,385	2'504,421	10'538,552

Tabla V.3 *Obra civil.*

## Capítulo 6

---

## Alcances

A pesar de que hubo ciertos obstáculos para la realización de la tesis, se hizo el mejor esfuerzo. El tiempo para obtener los requerimientos de información fue insuficiente. Además, hubo falta de interés por parte de algunas personas a las cuales se pidió información, así como escasa divulgación del proyecto BID, por lo que muchos lo desconocían, así como también su importancia. Por otro lado, la carencia de credibilidad debido a la experiencia de ocasiones anteriores, en las cuales se prometía mejorar las instalaciones y equipo, sin llevarse a cabo, provocó desconfianza. Finalmente, faltó organización para haberlo presentado completo al BID, por parte de algunas dependencias de la Facultad.

No obstante esas limitaciones, se puede estimar que de tomar en cuenta lo que se propone en este trabajo habrá importantes alcances: en el corto plazo, mejorar las condiciones de trabajo dentro de los laboratorios; disminuir el número de estudiantes por brigada, lo que superará el proceso enseñanza-aprendizaje. Con el nuevo equipo, el alumno reafirmará los conocimientos vistos en la clase teórica; además, tanto en la licenciatura, como en el posgrado, se realizará más y mejor investigación; y en ambos niveles, el que los profesores se beneficien, teniendo equipo suficiente para realizar investigaciones, trabajos escritos o la preparación de sus clases.

A mediano plazo, se espera que, al mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, disminuyan los índices de reprobación y de rezago, lo que traerá como consecuencia una reducción en la matrícula y en la deserción, aumentando la eficacia y la productividad de la institución. Por otro lado, existiendo facilidad para realizar trabajos de investigación para tesis, aumentará el índice de titulación. El alumno saldrá con conocimientos sobre procesos industriales, ya que con el nuevo equipo obtendrá excelente capacitación. Finalmente, podrá incrementarse el número de convenios, al contar con equipo idóneo en la realización de más y mejores trabajos.

A largo plazo, se incrementará el tamaño y diversidad de la infraestructura científica y tecnológica, así como los niveles de calidad en los procesos y resultados de los programas académicos de docencia e investigación. Se tendrán más y mejores egresados ubicados en la industria nacional, y una mayor vinculación con los sectores público y social. Existirán las condiciones para fomentar la iniciación de los estudiantes en las tareas de ciencia y tecnología. Se fomentará la investigación, dando respuesta a las necesidades del país, y habrá un desarrollo en la potencialidad e impacto de los productos universitarios.

## Capítulo 7

---

## Conclusiones

Dado que existe un sistema de economía global, hay necesidad de adaptarse a esta ingeniería, con lo cual el país tendrá una herramienta más para dejar de ser tercermundista; Sin embargo, en la Facultad existe un bajo nivel académico, que conduce a una productividad deficiente, lo que es dañino interna y externamente.

El índice de reprobación es muy alto, lo cual trae como consecuencia que aumente el rezago, e incluso que algunos estudiantes deserten. Esto, aunado a que muchos alumnos dejen sus estudios por razones de trabajo, hace que los índices de titulación sean muy bajos. Por otro lado, para la elevada matrícula, los laboratorios son ya insuficientes, además de que parte de las instalaciones y equipo son obsoletas. Por ello, se necesitan más y mejores profesores, lo que implica mayores recursos económicos. Además, la investigación que se desarrolla es casi exclusiva del posgrado, y de algunas otras divisiones a nivel licenciatura.

La Facultad ha buscado desde hace tiempo mejorar el nivel educativo, utilizando diversos medios, como estimular a maestros y alumnos, buscar ingresos extraordinarios mediante convenios y donaciones, llevar a cabo diversos programas, como el de alto rendimiento académico, destinado a formar alumnos de excelencia, y el proyecto UNAM-BID, que mejorará la infraestructura de los laboratorios y talleres.

Cuando se aplique el proyecto UNAM-BID, la Facultad podrá consolidarse como una de las mejores del país y de Latinoamérica, la mala imagen que se tiene de sus egresados desaparecerá, y se dará un fuerte impulso al desarrollo de ciencia y tecnología. El nivel académico del plantel se incrementará, buscando niveles de excelencia, y dando respuesta a las necesidades del país, al desarrollar el número y calidad de los ingenieros que se requieren, y algo muy importante: dará un mayor impulso a la investigación, la cual es indispensable para la infraestructura nacional.



## **Apéndice A**

---

# Alternativas

(Selección de textos)

## Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería deberá evolucionar hacia una imagen-objetivo de excelencia en la formación de ingenieros, al tiempo que va incrementando gradualmente sus índices de productividad.

Para ello, se formulan dos escenarios propositivos de evolución, en contraste con el escenario de tendencia.

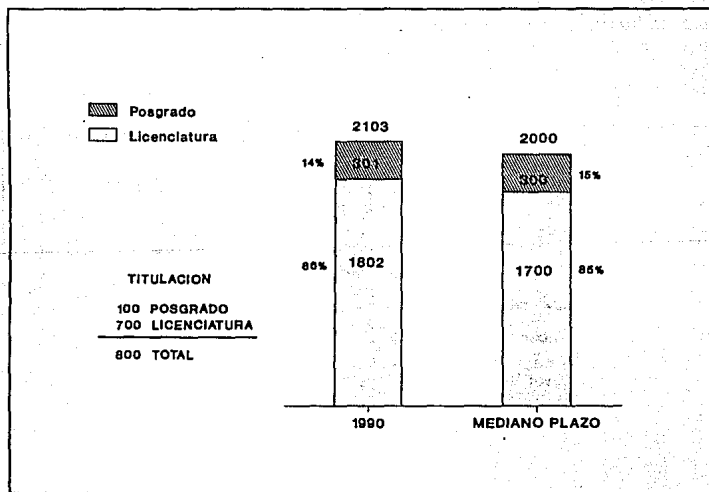


Figura A.1 Evolución por tendencia.

## Evolución por tendencia

La Facultad podría continuar por algunos años en el *statu quo*, representado por la aceptación de unos 2,000 alumnos anuales de primer ingreso, 15% para posgrado, y el resto para licenciatura; perder en el camino al 60%, y graduar cinco años después sólo al 40% (véase Figura A.1).

## Cambio propositivo; Alternativa 1

Este escenario propone la disminución gradual del primer ingreso a una cifra de 1,500, dándole mayor importancia al posgrado, que pasaría del 14% al 33% de las inscripciones anuales. Al seleccionar al alumnado, se lograría en el mediano plazo, en conjunto con otras medidas, titular a la totalidad de los ingresados anualmente (véase Figura A.2).

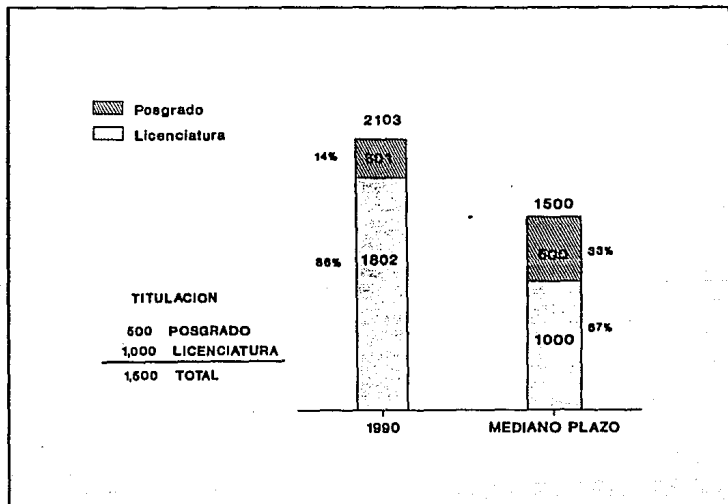


Figura A.2 Cambio propositivo, alternativa 1

### Cambio propositivo; Alternativa 2

Este segundo escenario de cambio, más agresivo, implica la disminución gradual del primer ingreso a 1,000 alumnos por año (mitad para licenciatura y mitad para posgrado). Una mayor selección del alumnado contribuirá a mejorar la calidad del proceso formativo. El número de egresados alcanzaría, sin embargo, cifras superiores a las del escenario de evolución por tendencia (véase Figura A.3).

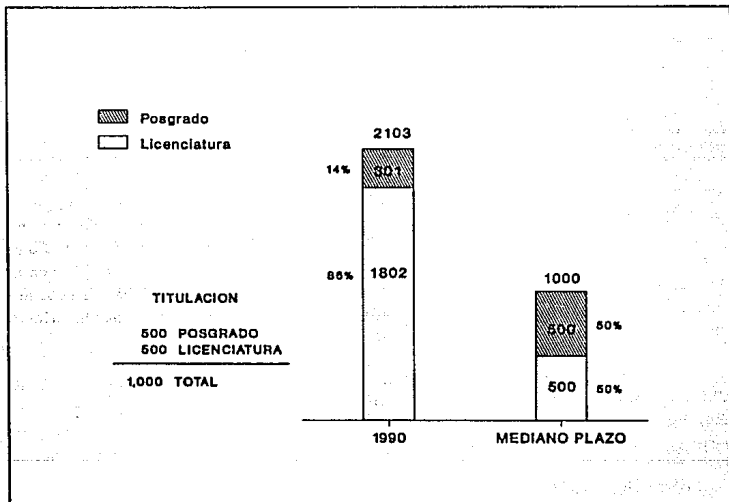


Figura A.3 Cambio propositivo, alternativa 2.

## **Diferenciación de escenarios**

---

De acuerdo con la trayectoria de los últimos años, la evolución por tendencia propiciaría una disminución poco sustantiva en la matrícula. En la licenciatura, sería de casi 12 mil estudiantes, al orden de 9 mil para el año 2000. El primer ingreso disminuiría aproximadamente de 2 mil a 1,800. La deserción bajaría ligeramente, calculándose que aproximadamente el número actual de profesionales titulados se mantendría.

Respecto a posgrado, la tendencia se seguiría como en el pasado reciente. El nuevo ingreso persistiría en el nivel de 300 alumnos, la matrícula del orden de 500, la deserción en el nivel de 200 y del orden de 100 graduados anualmente .

### **Escenario de cambio; Alternativa 1**

Este escenario, bajo una mayor competencia en el proceso de selección y en el proceso de permanencia de los estudiantes, pretende disminuir el ingreso, de 2,000 a 1,000 estudiantes en cinco años, así como la deserción, bajándola sustancialmente. Como resultado, la matrícula evolucionaría de cerca de 12,000 actualmente a unos 7,500 en un lustro, y 5,000 para el año 2000. Los egresados evolucionarían de 800 a 1,000, aun cuando hacia 1995, los nuevos alumnos seleccionados y los de generaciones anteriores, incrementarían temporalmente el número de titulados.

A nivel posgrado, el esfuerzo se encauzaría a incrementar el ingreso rápidamente de 300 a 500 alumnos en cinco años, bajo estricta selección, atrayendo principalmente a los mejores egresados de licenciatura. En consecuencia, y bajo competencia interna y un sistema efectivo de becas, se buscaría disminuir aceleradamente la curva de deserciones.

Lo anterior significaría duplicar la matrícula de 500 a 1,000 en cinco años, llegando a cerca de 2 mil en el año 2000; así mismo, un incremento de 100 a 300 egresados anuales en el mediano plazo, alcanzando la cifra de 500 para el año 2000.

Esta alternativa permitiría titular del orden de 1,500 alumnos de licenciatura y posgrado por año, contra la cifra de 800 del escenario de tendencia.

## Escenario de cambio; Alternativa 2

Supone una política de selección muy estricta en licenciatura, al tiempo que se impulse el posgrado para igualar a mediano plazo a los titulados en ambos niveles, 500 cada uno. La cifra de 1,000 egresados anuales resulta aún mayor que los 800 del escenario de tendencia.

El ingreso evolucionaría en la licenciatura, de 2,000 actuales a 500 en cinco años, mediante un proceso de selección agresivo. De igual manera, se incidiría en la curva de deserción para eliminar en el mediano plazo este factor de ineficiencia educativa. La matrícula total bajaría aceleradamente, pasando de aproximadamente 12,000 actuales, a la mitad para 1995, y para el año 2000, a 3,000 estudiantes.

En lo que toca al posgrado, las premisas se han considerado similares a las de la alternativa 1.

## **Evaluación del incremento de productividad de las alternativas**

---

En la Tabla A.1 se ha realizado una evaluación de la productividad de las diferentes opciones. Para ello se ha imputado un costo por alumno matriculado que debiera reflejar el incremento en niveles de servicio formativo para los estudiantes, y determinar un presupuesto anual de operación de la Facultad. Estas cifras podrían afinarse más con información propia de la administración de la institución.

	Año	Matrícula	Egresados	E/M %	Costo recomendable por alumno (dóla)	Presupuesto anual (m. de dóla)	$\Delta E/M$ $\Delta$ costo
Año base	1990	11,829	754	6.4	1,500	17.7	-
Evolución por tendencia	1995	9,800	800	8.2	3,000	29.4	0.77
	2000	9,000	800	8.9	4,000	36.0	0.68
Alternativa 1, de cambio	1995	8,229	1,580	19.2	3,500	28.8	1.63
	2000	6,200	1,500	24.2	5,000	31.0	2.16
Alternativa 2, de cambio	1995	6,709	1,530	22.8	3,500	23.5	2.68
	2000	3,700	1,000	27.0	5,000	18.5	4.02

**Tabla A.1** Evaluación de alternativas en el margen, con respecto al año base.

Para la evaluación, se ha calculado el incremento en el índice de eficiencia terminal (número de egresados entre la matrícula total) con el obtenido entre 1995 y 2000, y el año base de comparación de 1990. Así mismo, se ha calculado un aumento en el presupuesto anual de entre 1995 y 2000 contra el anual del año base. La división de ambos incrementos ofrece una medida de la efectividad de cada una de las opciones analizadas.

De la observación de la Tabla A.1, resulta claro el potencial de incremento en la productividad del proceso de formación de ingenieros en las alternativas propositivas.

## **Programa para la ingeniería global**

Se propone el establecimiento de un programa piloto para una transición en un lapso de cinco años mediante un cambio sustancial previsto. Sus características principales son:

- Implantación de un programa vertical, integrado por licenciatura, posgrado, centros de diseño e institutos de investigación para la ingeniería global.

- La Facultad concierta desde hace tiempo con diversas fuentes (UNAM, CONACYT, SEFI, e iniciativa privada) un apoyo financiero para captar egresados del programa piloto.
- La Facultad establece la vinculación con los sectores que demandan egresados de la ingeniería, y la delimitación conjunta de necesidades formativas.
- El programa piloto se instrumenta, con apoyo en el libre albedrío, en una base de alumnos ya aceptados en primer ingreso, y un conjunto de profesores, preferentemente, bajo un esquema de competencia, más acentuado que el actualmente viable en el marco de la legislación universitaria.
- Los estudiantes que opten por el programa piloto, lo harán con un compromiso de horario completo, al grado de que si no lo cumplen tendrán que regresar al sistema regular.
- El profesorado sostendrá actividades docentes, de investigación y de tutoría bajo un esquema de compensación competitivo que se refleje en la eficiencia de los estudiantes del programa.



## **Apéndice B**

---

# Plan de acción de la UNAM

(selección de textos)

Los objetivos y estrategias consideran programas, acciones y medidas que desde hace años se realizan en la Institución, y que ahora se reafirman y consolidan, ubicándolos en propuestas cuantificables en el largo plazo.

## La justificación del cambio

### Actualidad de la UNAM

- Existen en la Universidad condiciones, quehaceres y resultados que no son favorables para la Institución; parte de ellos se apuntaron tiempo atrás en el análisis *Fortaleza y debilidad de la UNAM*, que se presentó en la administración del Dr. Jorge Carpizo.
- La realización del Congreso Universitario hizo que la Universidad Nacional tomara un rumbo nuevo en las tareas que conducirán a la constitución de los Consejos Académicos de Área, y en la elaboración de los nuevos Estatutos General y del Personal Académico.
- El propósito de academizar la Universidad, sustentado en la aplicación de diversos programas.
- Programas y acciones que las Facultades, Escuelas, Centros e Institutos vienen desarrollando, orientados a mejorar la formación de los recursos humanos que se preparan en la Universidad.
- Los cambios que vive el país exigen a la Universidad una transformación profunda.

## **Cambios políticos, económicos y sociales a escala mundial**

- Se expresa a nivel mundial un nuevo orden económico que se caracteriza por una globalización de las relaciones entre los países, y por una dinámica que acusa la necesidad de estructuras y mecanismos económicos más competitivos.
- Las relaciones políticas se multiplican, dando lugar a que se generen entre todos los países, nuevos vínculos y posibilidades de participación y cooperación.
- A escala mundial, la ciencia y la tecnología ejercen una influencia rotunda en el avance y progreso de las sociedades.
- La formación de recursos humanos en un mundo de alta competencia y múltiples relaciones, constituye un reto que hoy afrontan todos los sistemas educativos del mundo.

## **El Sistema Nacional de Educación Superior**

- Está integrado por un conjunto heterogéneo de Universidades y Centros que carecen de criterios, normas y condiciones académicas comunes, en virtud de lo cual se acusa su debilidad para afrontar nuevos retos en materia de formación de recursos humanos y generación de conocimientos.
- El Sistema Nacional de Educación Superior, en general, está escasamente orientado hacia la ciencia y la tecnología.
- Por su estructura, características y dinámica, el sistema nacional de educación superior, frente a los de otros países, muestra un perfil anticuado.
- El respaldo cultural que ofrecen las instituciones de educación superior del país es escaso.
- La mayor parte de los estudiantes de educación superior del país cuentan con recursos limitados, que no les permiten las condiciones y apoyos para sus estudios.

## El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

- El SNCyT se caracteriza por la escasa tradición en actividades de ciencia y tecnología.
- Contiene elementos tecnológicos, pero carece de tecnología propiamente dicha.
- Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico:
  - Se financian casi exclusivamente con fondos federales y por vías poco diversificadas.
  - Se efectúan en unas cuantas instituciones, principalmente educativas.
  - Las realizan un reducido número de científicos y técnicos, en su mayoría del sector académico.
  - Están preponderantemente orientadas a la investigación básica.
- Sufre desarticulación y carece de objetivos sectoriales o nacionales.
- Carece de normas propias y del apoyo metrológico para replicar las normas externas.

## La investigación en Ciencias Sociales y Humanidades

### *Problemas acumulados a nivel nacional.*

- Grupos y programas de investigación circunscritos a sus instituciones, generando una fragmentación excesiva de los esfuerzos de investigación en Ciencias Sociales y Humanidades.
- Escasez de paradigmas modernos y originales debido a la resistencia para aceptar, aplicar y probar nuevos modelos, así como conceptos teóricos.
- Manejo de temas de investigación de escasa trascendencia, y aplicación a problemas de orden nacional o internacional.

- Rigor metodológico cuestionable, aunado a prejuicios en torno a métodos y herramientas de investigación, especialmente de naturaleza cuantitativa.

## **Condiciones y posibilidades de la UNAM**

- La Universidad Nacional representa parte importante de la historia; en sus aulas se han formado muchos de los hombres que han forjado el México actual.
- Representa la principal institución educativa del país por el número y cobertura de sus planes y programas de estudio, amplitud y variedad de sus niveles educativos, tamaño y características de su planta docente, volúmen de estudiantes que alberga, y su infraestructura.
- Sus condiciones y realizaciones en el terreno de la ciencia, tecnología y humanidades, no encuentran paralelo en ningún otro centro de educación superior nacional, y de algunos centro y sudamericanos.
- Ha jugado una función paradigmática en la configuración, constitución y desarrollo de numerosas instituciones de educación superior que han diseñado normas, características o estructuras de la institución.
- Sin embargo, persisten en la Universidad factores y condiciones que provocan tendencias negativas en su desarrollo académico, que es necesario revertir o eliminar.
- Finalmente, cuenta con capacidad y fuerza para inducir y apoyar cambios trascendentes en la educación superior nacional.

## **Objetivos del Plan de Acción**

---

- Mejorar y elevar la calidad de las funciones de docencia, investigación, difusión de la cultura y administración, atendiendo los elementos, factores y condiciones en los que se sustentan.

- Incrementar y consolidar la eficiencia y eficacia de los programas, procesos y resultados en materia de docencia, investigación, difusión de la cultura y administración.
- Ampliar y fortalecer el desarrollo nacional de la ciencia y la tecnología con mejores y más fuertes vínculos con el entorno social.
- Estudiar y explicar la realidad del país, a fin de respaldar, difundir y proteger la cultura nacional como fuente de identidad de los mexicanos.
- Contribuir al mejoramiento y fortalecimiento del sistema nacional de educación superior.

## **Estrategias del cambio**

---

- Establecer mayor exigencia académica en los sectores, programas y condiciones asociadas a las funciones sustantivas de la institución.
- Fomentar y vigorizar la articulación entre niveles, áreas, dependencias y programas universitarios.
- Modificar la normatividad académica de la Universidad, y su estructura y funciones administrativas.
- Incrementar y diversificar el financiamiento de la UNAM.
- Reafirmar y ampliar la presencia de la Casa de Estudios en distintos sectores de la vida nacional.

Con base en estas estrategias de cambio, se diseñarán programas, acciones y medidas diversas:

- Programa de becas de iniciación académica.
- Programa de apoyo a proyectos de investigación e innovación docente.

- Programa de estímulos a la productividad y al rendimiento del personal académico.
- Programa de alta exigencia académica para licenciatura.
- Sistema de estudios de doctorado.
- Consejos Académicos de Area.
- Nuevo Estatuto General.
- Nuevo Estatuto del Personal Académico.
- Programa UNAM-BID.
- Consejos Asesores Externos.
- Museo de las Ciencias.
- Programas de servicios académicos, etc.

## **Programa UNAM-BID**

---

Este programa, de corte educativo, se orienta al fortalecimiento de la enseñanza de la ciencia y la tecnología de la UNAM; comprende bachillerato, licenciatura y posgrado, sustentándose en una renovación de infraestructura y de equipo científico.

### **Estrategia de trabajo**

- Invitación a dependencias académicas para participar en el programa.
- Exposición a directores y/o responsables sobre el surgimiento, integración y alcances del programa.

- Orientación para definir planteamientos preliminares (guías, documentos técnicos de apoyo, reuniones de trabajo conjunto, reuniones de trabajo en cada uno de los planteles, etc.)

## Logros esperados

- Orientación de la matrícula de primer ingreso a licenciatura en áreas que contribuyan a fortalecer el desarrollo científico y tecnológico del país.
- Mejorar la calidad en la formación de los recursos humanos que genera la Universidad.
- Mejorar y vincular la calidad de la enseñanza teórica y experimental.
- Definir opciones alternas que permitan obtener recursos adicionales que completen y apoyen el desarrollo de los programas académicos.
- Mejorar los procesos de desarrollo formativo e integral de los estudiantes en términos de habilidad y destreza.
- Modernizar los procesos docentes y de investigación.
- Mejorar la eficiencia terminal y los índices de aprobación, aprovechamiento, y titulación.
- Aumentar la matrícula de los posgrados.
- Incrementar la calidad y número de proyectos de investigación.



---

## **Bibliografía**

---

## Bibliografía Consultada

- Documentos Normativos,  
Facultad de Ingeniería,  
marzo de 1991.
- Propósitos, Actividades y Avances de la Facultad de Ingeniería,  
Dr. Daniel Reséndiz Núñez,  
enero de 1991.
- Plan para Atender Problemas Prioritarios de la Facultad,  
enero de 1991.
- Facultad de Ingeniería,  
noviembre de 1991.
- La Facultad de Ingeniería Hoy,  
Dr. Daniel Reséndiz Núñez,  
julio de 1989.
- La Facultad de Ingeniería de la UNAM,  
febrero de 1991.
- Plan de Trabajo para la Facultad de Ingeniería de la UNAM,  
Ing. José Manuel Covarrubias,  
enero de 1991.
- Plan de Acción de la UNAM,  
noviembre de 1991.
- Prospectiva de la Formación del Ingeniero para la Ingeniería Global,  
SEFI,  
enero de 1990.
- La Formación de Profesionales e Investigadores para la Ingeniería Global,  
SEFI,  
marzo de 1991.