



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CRECIMIENTO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL  
EN LOS ULTIMOS 50 AÑOS  
ASI COMO PERSPECTIVAS A UN FUTURO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A N :

**ALEJANDRA SIERRA SORDO  
GERMAN RAMIRO UTRILLA CAZARES**

**DIRECTOR DE TESIS:**

Ing. Federique Jauregui Renaud

**México, 1993**

**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.

INDICE

I.- INTRODUCCION.

1.1.- INGENIERIA (HISTORIA GENERAL).	2
1.2.- INGENIERIA MEXICANA.	7
1.3.- INGENIERIA INDUSTRIAL.	10

II.- LA ADMINISTRACION CIENTIFICA EN SU APLICACION;  
AVANCE DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DE 1880 A 1930.

2.1.- LA ADMINISTRACION CIENTIFICA.	16
2.2.- CONCEPTOS DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX.	24
2.3.- ESCRITORES Y CRITICOS MENORES.	35

III.-INICIO E INTEGRACION DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

3.1.- NACIMIENTO Y BOSQUEJO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL.	40
3.2.- LA FORMACION DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN MEXICO.	45
3.3.- CAMBIO Y PLANES DE ESTUDIO DE 1930 A FINALES DE 1970.	50
3.4.- COMPARACION DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE 1968 A 1991.	55

IV.-CRECIMIENTO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DURANTE LA  
DECADA DE LOS 30'S A FINALES DE LOS 70'S.

4.1.- LA INGENIERIA EN EL MUNDO.	59
4.2.- ACONTECIMIENTOS IMPORTANTRES DE 1930 A FINALES DE 1970.	64
4.3.- LA INGENIERIA EN MEXICO (INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA).	69
4.4.- DESARROLLOS SIGNIFICATIVOS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DE LOS 30'S A LOS 70'S.	73

V.- INGENIERIA INDUSTRIAL DECADA DE LOS 80'S Y 90'S.

5.1.- TECNICAS Y APLICACIONES EN LA INGENIERIA INDUSTRIAL.	78
5.2.- FUNSION SOCIAL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN MEXICO.	84
5.3.- EL PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL Y CARACTERISTICAS GENERALES QUE DESARROLLA.	91

VI.- PERSPECTIVAS HACIA UN FUTURO.

6.1.- PERFIL DE LA INGENIERIA A NIVEL GLOBAL	99
6.2.- EL PERFIL DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES HACIA EL SIGLO XXI.	111
6.3.- REPERCUSSIONES DEL TLC EN LA INGENIERIA EN MEXICO.	116
6.4.- PERFIL DEL EGRESARDO.	123

VII.- CONCLUSIONES. 127

PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS HISTORICOS. 134

BIBLIOGRAFIA. 137

# CAPITULO I

## I.- INTRODUCCION

### 1.1.- INGENIERIA (HISTORIA GENERAL)

Fue la necesidad del hombre la que provocó que la Ingeniería fuera una de las primeras disciplinas dentro de la actividad humana por la lucha del poder y la riqueza - Ingeniería militar(1) -. Se desarrolló para ayudar a satisfacer una necesidad básica de supervivencia; cada período de historia ha tenido distintos climas sociales y económicos así como presiones que han influido grandemente en progreso de la ciencia y de la Ingeniería.

Uno de los primeros ingenieros del mundo podría haber sido un individuo llamado Joe Ogg, representado en una película producida para la AMERICAN INSTITUTE OF INDUSTRIAL ENGINEERS; Paralelamente, Sprague de Camp expresa:

"LA HISTORIA DE LA CIVILIZACION ES, EN CIERTO SENTIDO, DE LA INGENIERIA: LARGO Y ARDUO ESFUERZO POR HACER QUE LAS FUERZAS DE LA NATURALEZA TRABAJEN EN BIEN DEL HOMBRE".

En este sentido es obvio que la Ingeniería es tan antigua como la propia civilización, lo que puede ser tan relativo es que si bien la Ingeniería Industrial es uno de los más

(1) LA INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA ADMINISTRACION, PHILIP E. HICHS.

nuevos de todos los campos de la Ingeniería, es decir, de la Civil, Mecánica, Eléctrica, de Sistemas Computacionales y Química. En los tiempos de Ogg ya se empleaban principios fundamentales de Ingeniería Industrial, esta se encuentra situada entre diez mil y cinco mil (2) años atrás.

Por entonces los humanos estaban entrando a una revolución agrícola "TAN IMPORTANTE COMO LA "REVOLUCION INDUSTRIAL". De tiempos mas recientes.

La constante evolución del ser humano primero lo obligó a asentarse en un solo lugar y dejar de ser un nómada, fue una condición necesaria para el desarrollo industrial; por lo general los cultivos de riego fueron los primeros pasos de la industria agrícola, pero para subsanar una de las necesidades primarias que es la seguridad y la protección era necesario crear una tecnología militar en consecuencia, uno de los primeros cometidos de los ingenieros de la antigüedad fue construir muros para proteger las ciudades, el cobijo del ser humano, la construcción de edificios públicos, etc. Hubo que acudir a la imaginación de los hombres.

La innovación de las invenciones fue sumamente lenta en aquel tiempo, las necesidades militares y agrícolas dejaban poco tiempo para la experimentación, este período ocuparía un gran tramo de

(2) INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA ADMINISTRACION, PHILIP E. HICHS.

la historia del hombre aproximadamente hasta el siglo XVIII por lo que la ciencia y la Ingeniería han avanzado a grandes pasos durante los tres últimos siglos; a pesar del impacto que tuvo la Ingeniería en el desarrollo humano durante este tiempo, la historia registra relativamente poco acerca de ella.

La Ingeniería desde la época mas remota se ha ido desarrollando por medio de creencias , justificaciones o pretextos como podemos apreciar en los siguientes parrafos:

#### -INGENIERIA QUE DESARROLLARON LOS EGIPCIOS.

Los Egipcios realizaron algunas de las obras mas grandes de la Ingeniería de todos los tiempos, la construcción de piramides, también construyeron diques y canales, además contaban con sistemas complejos de irrigación.

#### -INGENIERIA QUE DESARROLLARON LOS SUMERIOS BABILONICOS.

Esta gran cultura floreció junto el agua y construyó murallas para ciudades y templos, excavo aseQUIAS que pueden ser los primeros logros de Ingeniería en el mundo; los Asirios eran un pueblo guerrero y fueron los primeros en emplear armas de hierro, también lograron un avance significativo en el transporte por medio del caballo siendo una ventaja militar considerable: Desarrollaron la caballería dentro de la Ingeniería Militar.



-INGENIERIA QUE DESARROLLARON LOS GRIEGOS.

Toda la Arquitectura que empleó la cultura Griega va ligada intimamente con la Ingeniería, así como los grandes descubridores y pensadores de la ciencia como Arquímedes, Aristoteles, etc.

-INGENIERIA QUE DESARROLLARON LOS ROMANOS.

En su mayor parte, la Ingeniería Romana era civil, especialmente en diseño y construcción de obras permanentes, tales como acueductos, carreteras, puentes y edificios públicos. Una excepción fue la Ingeniería Militar.

La Ingeniería Romana declinó después de los 100 años D. DE J.C., sus avances fueron modestos, se cree que afectó la caída del Imperio Romano.

-INGENIERIA QUE SE DESARROLLO EN EL ORIENTE

Después de la caída del Imperio Romano, el desarrollo ingenieril se trasladó a India y China. Los antiguos indues eran diestros en el manejo del hierro y poseían el secreto de fabricar buen acero, la Gran Muralla China es una de las más grandes realizaciones de todos los tiempos, los chinos fueron los primeros constructores de puentes, se cree que los chinos inventaron la pólvora, pero si se sabe que la maquinaria de engranaje fue hecha por ellos; otro

descubrimiento importante de los chinos fue la brújula.

#### -INGENIERIA QUE DESARROLLARON LOS EUROPEOS.

La edad media abarcó desde el año 500 hasta 1500 después de J.C. aproximadamente, pero por lo general domina el oscurantismo al período que media 600 Y 1000 después de J.C.. durante este período no existieron profesiones de ingeniero o arquitecto, de manera que estas actividades quedaron en manos de artesanos, tales como maestros albañiles. Fue hasta la época del renacimiento siglo XV cuando volvieron a resurgir los científicos y los ingenieros, de aquí surgieron Miguel Angel, Leonardo De Vinci, Galileo Galilei, Descartes, Leibniz, Newton, etc.. A partir de Newton la Ingeniería junto con la ciencia crecería en gran magnitud como se mencionó en un principio. Hasta 1880, la Ingeniería fue Civil ó Militar.

Se puede decir que las disciplinas de la Ingeniería en su mayoría se han venido desarrollando después de 1900.

## 1.2.- INGENIERIA MEXICANA

En el México prehispánico las primeras construcciones de las tribus sedentarias aparecen casas grandes, en el actual territorio de Chihuahua. En Zape, Durango, el mismo grupo indígena manifestó igual tipo de construcciones, utilizó la columna como elemento base constructivo.

En la Quemada, Zacatecas, levantaron columnas de mampostería seca. El ladrillo es característico de Zaachila, Oaxaca, pero no llegó a generalizarse.

Los Mayas construyeron represas y labraron cisternas en la roca para recoger el agua de lluvia, usaron soportes de sección cuadrada, techos de viguería y de piedra salediza. Fueron expertos en caminos, obras de irrigación y drenaje.

Los Aztecas, dieron ocasión a un sistema de canales no excavados donde discurría el transporte lacustre y condujeron el agua potable a Chapultepec. Conocieron los andamios y la plomada y sin duda existió una escuela de constructores; Netzahualcōyotl proyectó y dirigió el albarradón llamado de "Los indios" que se tendió de Atzacolco a Iztapalapa, con una longitud de 16 Km., formando una cortina de piedra y barro protegida con fuertes estacados de madera que dividió al lago en dos partes, al oriente se llamó Lago de Texcoco y al poniente circundaba Tenochtitlan (Lago de México), intervinieron 20,000 peones para su

construcción. Los aportes del sur dividieron el lago de esa región en los de Chalco y Xochimilco. A partir de 1502 la Ingeniería Azteca se aplicó a la reconstrucción de la ciudad debido a las inundaciones.

Al consumarse la conquista, una de las primeras preocupaciones de los españoles consistió en convertir las veredas indígenas en caminos de herradura. A Fray Sebastian De Aparicio se debe, más que a ningún otro, la introducción, fabricación y tráfico de carreteras en el siglo XVI y la ampliación correspondiente de los caminos. A causa de la inundación que ocurrió en 1555, el Virrey Luis De Velazco mandó construir la obra más importante el dique o albarradón de San Lazaro, el cual cumplió con la función de llevar las aguas del río Cuauhtitlán y de la laguna de Zúmpango al río de Tula.

En virtud de las Reales Ordenanzas para la dirección, regimen y gobierno del importante Cuerpo de la Minería de Nueva España, del 22 de mayo de 1783, pasó a depender del real tribunal de la minería del Seminario Metálico que había empezado a funcionar desde 1778. Manuel Tolsa proyectó en 1797 el palacio que sería la sede del tribunal a partir de 1811.

#### EPOCA INDEPENDIENTE.

En 1822 se creó el cuerpo de ingenieros del ejército y en 1833 con base en el Colegio de Minería se fundó el establecimiento de

ciencias físicas y matemáticas que tuvo una corta vida, siendo la primera vez en que se empleó la palabra ingeniero en los planes académicos. El 2 de septiembre de 1867 se creó la Escuela Especial de Ingenieros que tuvo como sede el Palacio de Minería; en 1889 se creó la carrera de Ingeniero Electricista a propuesta de Mariano Villamil y en 1898 a instancias de Roberto Gayol se creó la cátedra de Ingeniería Sanitaria; durante 1912 se creó la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, fusionada de las carreras independientes de Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electricista, siendo creada por el ingeniero Mariano Moctezuma.

El Instituto de Ingeniería fue creado a raíz del cambio de la Escuela Nacional de Ingenieros a Facultad de Ingeniería, en el año de 1957.

### 1.3.- INGENIERIA INDUSTRIAL

Es difícil definir en tiempos primitivos cuando comenzó la Ingeniería Industrial, pero ya habían problemas de producción asociados con la fabricación de flechas, que tiene su paralelo con la actualidad donde existe una preocupación de la fabricación de cualquier producto.

La obra *Walt on Nations* de Adam Smith de 1776, fue una de las primeras obras que promoviera la "Especialización de tareas" para mejorar la productividad, los conceptos que expresa acerca de la división del trabajo, aunque no eran originales se convirtieron no obstante en un factor importante en el desarrollo de la inminente Revolución Industrial.

#### ADMINISTRACION CIENTIFICA.

El comienzo de la administración se llevó a cabo dentro del campo de la Administración Empírica, donde "La Administración Empírica es aquella que se sustenta solo en la práctica, o sea, no está apoyada en principios científicos".

La evolución de esta ciencia es un verdadero arte y una auténtica y apasionante profesión, *Frede Rick Wisnlow Taylor (1856-1915)* es el iniciador de la eficiencia industrial, Taylor comenzó sus estudios en 1881 y lo primero fue una forma de cortar metales, después realizó un análisis sobre tareas de pelado, luego de

tres años y medio la técnica de pelado aumentó y redujo de 500 a 140 el número de trabajadores que realizaban esta tarea, en la actualidad se conoce como "Diseño de Trabajo" o "Estudio de Métodos", Taylor presentó varios trabajos ante la ASME y no fue hasta tres años antes de su muerte que se le reconoció todo su trabajo realizado.

El resumen en general del trabajo antes mencionado es un mecanismo usado en la Administración Científica, en esa ponencia se describe con cierta extensión el mecanismo que se usa dentro de la Administración Científica, como elemento de este mecanismo pueden citarse:

- Estudio de Tiempos.
- Sobrestantía funcional o dividida y su superioridad con respecto al antiguo sobrestante único.
- La normalización de todas las herramientas y utensilios y movimientos de los trabajadores para cada clase de trabajo.
- Conveniencia de una sala o departamento de planeación.
- "El Principio de Excepción" en la administración.
- El empleo de reglas de cálculo y artificios.
- Hojas de instrucciones para el trabajador.
- La idea de tarea en la administración, acompañada por un gran bono para el cumplimiento satisfactorio de la misma.
- La tarifa diferencial.

- Sistemas nemotécnicos para clasificar los productos manufacturados y las herramientas usadas en la manufactura.
- Un sistema de recorrido.
- Modernos sistemas de costos.

Estos son sin embargo solo los elementos o detalles del mecanismo de la administración, La Administración Científica, en esencia consiste en:

- El desarrollo de una verdadera ciencia.
- Selección científica del trabajador.
- Su educación y desarrollo científicos.
- Colaboración estrecha y amistosa entre la dirección y el personal.

El trabajo de Taylor por muchos conceptos es de extraordinario valor, Taylor sentó las bases de la moderna administración en su afán de lograr la mayor eficiencia del trabajo humano y la mejor utilización posible del tiempo y de los materiales empleados sin embargo, Taylor no abarcó todos los planos ni todos los aspectos de la administración, su complemento lo realizó Henry Fayol (1841-1925), consideró la administración preponderantemente desde los niveles superiores de los gerentes y directores de empresas; fue quien desde 1916 hizo notar que la actuación administrativa estaba compuesta por diferentes etapas: preveer, organizar, mandar, coordinar y controlar.



El efecto que surgió de contar con ingenieros adiestrados en la administración de la producción fue lo que hizo que se iniciara la Ingeniería Industrial como asignatura en las facultades de Ingeniería en las universidades y más adelante departamentos separados de Ingeniería Industrial, por nombrar algunos conceptos abarcados en el estudio son:

- 1.- Estudio de Métodos.
- 2.- Estudio de Tiempos.
- 3.- Estandarización de herramientas.
- 4.- Departamentos de planificación.
- 5.- El principio de administración.
- 6.- Tarjetas de enseñanza para los trabajadores.
- 7.- Reglas de cálculo.
- 8.- Sistemas de clasificación nemotécnica para componentes y productos.
- 9.- El sistema de ruteo.
- 10.- Métodos de determinación de costos.
- 11.- Selección de empleados por tareas.
- 12.- Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.

La historia de la Ingeniería está repleta de ejemplos de como sin esfuerzo no se consigue nada valioso, al estudiar la historia de la Ingeniería Industrial desde su infancia, esta tuvo un desarrollo netamente empírico teniendo un crecimiento paulatino acorde a las necesidades humanas, tal es el ejemplo anterior del

desarrollo de la administración junto con la Ingeniería, creando una fusión de ambas ciencias para un mayor desarrollo durante el presente siglo XX, para nuestro estudio de la Ingeniería Industrial

## CAPITULO II

## II.- LA ADMINISTRACION CIENTIFICA EN SU APLICACION; AVANCE DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DE 1880 A 1930

### 2.1.- LA ADMINISTRACION CIENTIFICA

Al final de la Guerra Civil de los Estados Unidos de Norte América, comenzó un nuevo clima industrial para los negocios norteamericanos, se hizo aparente un mayor separación entre la administración y la mano de obra, y el crecimiento de una clase administrativa en la industria se hizo notoria. Los conceptos de control, por ejemplo, estaban siendo generados para reemplazar la supervisión visual del patrón.

Fue durante esta época cuando la administración empezó a cambiar de un enfoque cotidiano para solucionar contingencias a un enfoque más general y a largo plazo, diferentes personalidades hicieron posible este tipo de cambio con sus ideas y pensamientos.

Frederick W. Taylor, originó en este ambiente un nuevo concepto de la administración. De acuerdo con Taylor en lugar de ser los "Hombres del látigo", los administradores deberían desarrollar una nueva filosofía y nuevo enfoque a la administración tendrían que cambiar a una visión más amplia y más comprensiva para concebir su trabajo como una incorporación de los elementos de planificación, organización y control.

La administración no tenía un concepto claro de las responsabilidades obrero-patronales; donde prácticamente no se aplicaba ningún promedio efectivo de trabajo.

No se utilizaban incentivos de trabajo, no existían estudios comprensivos que incorporaran un concepto de flujo total del trabajo entre los departamentos; los trabajadores eran asignados a puestos para los cuales tenían poca o nada de habilidad o aptitud. Frederik W. Taylor para entonces experimentó una lucha típica entre obreros y capataces sobre la cantidad a producir. El para solucionar estos diversos problemas experimentó con maquinaria, herramientas y velocidades, además de otros estudios que se relacionaban con la manera en que sus hombres manejaban los materiales, las máquinas y las herramientas, estudios de tiempos y movimientos lo que lo llevó al desarrollo de un sistema coordinado de administración de talleres, de este enfoque de taller, Taylor expandió sus conceptos a una filosofía que después fue conocida como (ADMINISTRACION CIENTIFICA).

#### LOS TRABAJOS DE TAYLOR

Uno de los principales de trabajos de Frederick W. Taylor, fue (un sistema de pago por pieza), en donde describía el sistema de administración que había desarrollado. Un segundo trabajo fue (la administración de talleres), que enfocaba la atención sobre su filosofía de administración en lugar del pago de salarios. En esencia lo que Taylor trataba de decir en administración de talleres era que:

- 1.- El objetivo de una buena administración era pagar salarios altos y tener costos unitarios bajos de producción.
- 2.- Para lograr este objetivo, la administración tenía que aplicar métodos científicos de investigación y experimentación a su problema integral para formular principios y procesos estándares que permitan el control de las operaciones manufactureras.
- 3.- Los empleados tenían que ser científicamente seleccionados para puestos en los cuales los materiales y las condiciones de trabajo fueran seleccionadas de manera que se pudieran lograr los estándares.
- 4.- Los empleados deberían de ser científicamente entrenados para mejorar su habilidad de efectuar su trabajo de manera que se obtuviera el estándar de producción.
- 5.- Un ambiente de una cooperación cercana y amistosa debería ser cultivada entre la administración y los trabajadores, para asegurar la continuidad del medio ambiente psicológico que haría posible la aplicación de otros principios que Taylor había mencionado.

#### EL CONCEPTO DE TAYLOR DE LA ADMINISTRACION

Taylor creía verdaderamente que el hombre comenzaba con una cierta cantidad específica de recursos naturales y que el único medio de utilizarlos era a través de la aplicación del esfuerzo humano, para maximizar la producción con un nivel dado de esfuerzo, Taylor creía que el método científico tenía que ser aplicado en la selección de trabajadores, selección de puestos, creación del

ambiente apropiado, etc.

Si bajo estas condiciones el trabajador lograba un nivel de excelencia en la producción, debía recompensarsele; si el estándar de producción no era obtenido debía penalizarsele.

#### PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION

1.-Primero: Desarrollar una ciencia para cada elemento del trabajo de un hombre, lo cual reemplaza a la antigua regla empirica (a ojo de buen cubero).

2.- Segundo: Seleccionar científicamente y después entrenar, enseñar y desarrollar al trabajador, mientras que anteriormente el trabajador escogia su propio trabajo y se entrenaba el mismo lo mejor que podia.

3.-Tercero: Cooperar entusiástamente con los hombres para asegurarse de que el trabajo esta siendo desempeñado de acuerdo con los principios de las ciencia desarrollada.

4.-Cuarto: Hay una división casi exactamente igual de la responsabilidad y el trabajo entre la administración y el trabajador. La administración debe tomar todo el trabajo para el cual esta mejor capacitada. Mientras que en el pasado, casi todo el trabajo y la mayor parte de la responsabilidad eran cargados a los trabajadores.

Ahora bien, en su esencia la administración científica involucra una completa revolución mental de parte de los trabajadores de cualquier establecimiento o industria específica; una completa

revolución mental por parte de estos hombres en cuanto a la responsabilidad hacia su trabajo, hacia los demás hombres y hacia sus patronos e involucra una igualmente completa revolución mental por parte de aquellos en el lado de la administración -El capataz, el superintendente, el dueño del negocio, la junta directiva- son una completa revolución mental en cuanto a sus responsabilidades hacia sus compañeros de trabajo en la administración, hacia sus trabajadores y hacia sus problemas diarios, y sin esta completa revolución mental en ambos lados, la administración científica no existe, y esta es la esencia de administración científica, esta gran revolución mental.

#### FINES DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA

La administración científica, de acuerdo con sus primeros proponentes tenía objetivos claramente definidos; pero le correspondió a la Sociedad Taylor en sus inicios, enunciar los trece fines de la administración científica:

1.-Medir las tendencias industriales y el mercado para de ahí regularizar las operaciones de manera que se convierta la inversión, se sostenga la empresa como fuerte generadora de empleos y se asegure la continuidad de las operaciones y el empleo.

2.-Asegurar al empleado no solo el empleo y la operación continua, a través del correcto sondeo del mercado, sino también asegurarle, a través de operaciones planificadas y balanceadas, una continua oportunidad de ganancias mientras esté incluido en la nomina.



3.-Ganar a través de técnicas productivas y administrativas para evitar desperdicios, un mayor ingreso de un gasto dado de energía material y humana, que será compartido a través de salarios y utilidades mas altas tanto por los trabajadores como por la administración.

4.-Hacer posible un nivel de vida mas alto para los trabajadores como resultado de mejores ingresos.

5.-Asegurar para los trabajadores un hogar y una vida social más feliz, quitando, por medio de aumentos en el ingreso, muchos de los factores desagradables y preocupaciones en la situación total.

6.-Asegurar condiciones de trabajo saludables asi como individual y socialmente agradables.

7.-Asegurar la mayor oportunidad para la capacidad individual a través de métodos científicos y análisis de trabajo y de selección, adiestramiento, asignación, transferencia y promoción de trabajadores.

8.-Asegurar, a través de adiestramiento, supervisión de su instrucción, la oportunidad a los trabajadores de desarrollar nuevas y mejores capacidades y la elegibilidad para promociones a posiciones más altas.

9.-Desarrollar la confianza y el respeto así mismos entre los trabajadores a través de la oportunidad brindada por la comprensión de su propio trabajo específicamente y de los planes y métodos de trabajo de manera general.

10.-Desarrollar la auto expresión y la autorrealización entre los trabajadores a través de la estimulante influencia de una atmósfera de investigación y evaluación, por medio del

entendimiento de planes y métodos, y de la libertad de los contactos verticales como horizontales provistos por la organización funcional.

11.-Modelar el carácter a través de la conducta apropiada en el trabajo.

12.-Promover justicia a través de la eliminación de discriminación en las tasas de salarios y cualquier otro aspecto.

13.-Eliminar aquellos factores de medio ambiente que sean irritantes y causas de fricción y promover la comprensión común, la tolerancia y el espíritu de equipo.

Frank B. y Lillian M. Gilbreth, trabajaron en el área de estudios de tiempos y movimientos y proveyeron las bases completas de nuestras aplicaciones modernas en la simplificación de trabajos, estándares significativos de trabajos y planes de salarios e incentivos.

Gilbreth inventó un micrómetro, un reloj con una larga manecilla capaz de registrar el tiempo a 1/2000 de minuto. Con este reloj Gilbreth podía analizar cada movimiento registrado en una película y determinar cuánto tiempo necesitase para efectuarlo.

En su estudio de movimiento de manos encontraron que las clasificaciones generalmente usadas como (mover la mano) eran demasiado amplias para un análisis detallado; de acuerdo con lo anterior, Gilbreth introdujo un refinamiento en los movimientos de las manos dividiendolos en diecisiete movimientos básicos o

fundamentales por ejemplo: Agarrar, transportar, cargar, detener, etc; estos movimientos los llamó therbligs (Gilbreth al revés con la th transpuesta).

En la administración científica comenzaron a investigar la fatiga y su impacto en la salud y la productividad que todavía continúa.

#### LAS CONTRIBUCIONES DE GILBRETH

A Gilbreth no se le debe considerar solamente como el hombre de los estudios de movimientos ya que su interés residía en el desarrollo del hombre a su máximo potencial a través del entrenamiento efectivo, métodos de trabajo ,mejores ambientes y herramientas y una actitud psicológica saludable, en una palabra estaba interesado en mejorar la totalidad del hombre y su medio ambiente.

## 2.2 CONCEPTOS DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Después de los conceptos de Taylor, surgieron prominentes educadores como Harlow , S. Person, Hugo Mustemberg y Walter Dill Scott, Henry L. Gantt, Emerson e industriales como Henri Fayol.

En 1901 Gantt sacó a la luz su sistema de salarios de bonificación por tarea. Estaba basado en el sistema de tasas diferenciales por pieza de Taylor, pero era, en palabras de Gantt (lo más diferente posible del antiguo método de fijar tasas por pieza de los registros del tiempo total que tomó hacer el trabajo); en lugar de eso, el tiempo permitido para el trabajo estaba basado en condiciones estándar del taller y una ejecución de primera clase, entonces, si un empleado terminaba su tarea fijada para el día, recibía una bonificación adicional a su paga diaria normal; si no terminaba su trabajo recibía su paga normal y no era castigado.

Con la introducción del sistema de Gantt la producción aumentó más del doble.

Una segunda contribución de Gantt, fue que garantizaba un salario mínimo diario por una producción menor al estándar establecido, ofrecía una bonificación adicional por lograr el estándar y recompensaba al trabajador por una producción superior a dicho estándar; bajo este plan los obreros podían ganarse la vida al mismo tiempo que aprendían a aumentar su eficiencia, y una tercera contribución fue la política para instruir a los obreros en lugar

de forzarlos además de adquirir mejores hábitos de trabajo, que perdieran menos tiempo y que fueran más confiables. Gracias a los trabajos realizados por Gantt se introdujo el concepto de la responsabilidad industrial.

#### HENRI FAYOL Y SUS CONTRIBUCIONES

El primer establecimiento de una teoría general de la administración fue publicada en Francia en 1916, (La Administration Industrielle et Générale de Henri Fayol), fue prácticamente ignorada en los Estados Unidos hasta que se publicó en 1949 como Administración General Industrial.

Pese a que los orígenes de la Administración Industrial son franceses, estos fueron ignorados y prácticamente se le tomó en un inicio como una idea estadounidense y no es hasta nuestros días que se ha tomado más en serio el origen de la Administración Industrial, buscando realmente sus orígenes de estudio con Henri Fayol. Aun cuando las ideas de Fayol fueron desarrolladas a principio de siglo tienen un timbre contemporáneo, por ejemplo:

- El problema de la centralización o la descentralización.
- La cadena de escalafón es la cadena de supervisores de mayor a menor rango.
- Para predominar, debe existir un lugar designado para cada empleado y cada empleado debe de estar en su lugar designado.
- Dividir la fuerza del enemigo es astucia, pero dividir las fuerzas del propio equipo es un grave error.

Tomando una comparación entre Taylor y Fayol, el primero trataba

con lo específico del análisis de puestos, movimientos de los trabajadores y estándares de tiempos, el segundo, en cambio, veía la administración como una teoría enseñable, que trataba de planificación, organización, dirección, coordinación y control; para el año de 1914 Fayol ya tenía su trabajo terminado pero con la intervención de la Primera Guerra Mundial no le fue posible presentar su libro, sino fue hasta 1916 en el Boletín de la Sociedad de la Industria Minera y fue subsecuentemente publicada en inglés en forma de libro en 1929; para desgracia de él, las ideas de Taylor fueron las que más trascendieron en el tiempo de dicha guerra ya que el retraso de la publicación del libro de Taylor fue lo que ocasionó este retraso en los franceses, ya que se vieron muy impresionados por la rapidez y eficiencia de las tropas americanas en la construcción de muelles, caminos, estableciendo líneas de comunicación, etc.

Fayol observaba que la administración era una actividad común a todas las empresas humanas, ya fuera en la casa, los negocios o el gobierno, en donde hacía notar que se requerían en cierto grado de planificación, organización, dirección, coordinación y control, y para que esta fuera aplicada decía que debería ser enseñada en escuelas y universidades, para que a la larga beneficiara al mundo.

Fayol dividió la actividad industrial en seis diferentes áreas:

- 1.- Area técnica.
- 2.- Area comercial.
- 3.- Area financiera.
- 4.- Area de seguridad.
- 5.- Area contable.
- 6.- Area administrativa.

Donde el área administrativa era definitivamente la más importante y merecía la mayor atención. Fayol hizo notar que la administración se compone de cinco partes las cuales son: planificación, organización, dirección, coordinación y control; se hace notar que Fayol puso más atención en estas cinco partes ya que las consideraba como las más esenciales para la actividad industrial.

- La planificación consiste en examinar el futuro y elaborar un plan de acción.
- La organización consiste en construir una estructura dual (material y humana), para conseguir los fines. Asimismo, Fayol indicó que el organizador (administrador) tenía 16 responsabilidades administrativas que efectuar:
  - 1.- Asegurarse que el plan esta juiciosamente y estrictamente llevado a cabo.
  - 2.- Ver que la organización humana y material sea consistente con los objetivos, recursos y requisitos de la empresa.
  - 3.- Establecer una autoridad única, creativa, energetica y

competente.

- 4.- Armonizar actividades y coordinar esfuerzos.
- 5.- Formular decisiones claras, distintas y precisas.
- 6.- Establecer una eficiente selección de personal.
- 7.- Definir claramente las funciones.
- 8.- Estimular el gusto por la iniciativa y la responsabilidad.
- 9.- Recompensar de manera justa y apropiada los servicios rendidos.
- 10.- Utilizar sanciones contra fallas y errores.
- 11.- Vigilar que se mantenga la disciplina.
- 12.- Asegurar que los intereses individuales sean subordinados al interés general.
- 13.- Poner especial atención a la unidad de mando.
- 14.- Supervisar el orden material y humano.
- 15.- Tener todo bajo control.
- 16.- Luchar contra el exceso de reglas, controles burocráticos y papeleos.

- El mando o dirección consiste en el mantenimiento de la actividad entre el personal de la organización. Hablando del administrador que manda Fayol agregó:

- 1.- Tener un conocimiento completo de su personal.
- 2.- Eliminar el incompetente.
- 3.- Estar bien informado en cuanto los acuerdos que obligan al negocio y a sus empleados.
- 4.- Dar un buen ejemplo.
- 5.- Conducir auditorías periódicas de la organización y usar



diagramas representativos para estimularlo. Fayol enfatizó en alto grado las cartas organizacionales.

6.- Unir a los asistentes del jefe a través de conferencias en las cuales se proveería unidades de dirección y fijación de objetivos.

- La coordinación consiste en la cohesión, unificación y armonización de toda actividad y el esfuerzo.

- El control consiste en constatar que todo haya sido efectuado en conformidad con el plan y el mando establecido. Finalmente Fayol completa su teoría administrativa donde comenta que para ser efectiva, debe estar basada en los siguientes 14 principios:

- 1.- División del trabajo.
- 2.- Autoridad y responsabilidad.
- 3.- Disciplina.
- 4.- Unidad de mando.
- 5.- Unidad de dirección.
- 6.- Subordinación del interés individual al interés general.
- 7.- Remuneración.
- 8.- Centralización.
- 9.- Cadena de mando.
- 10.- Orden.
- 11.- Equidad.
- 12.- Estabilidad en la permanencia del personal.
- 13.- Iniciativa.

#### 14.- Espiritu de equipo.

La administración general e industrial de Fayol fue una singular y significativa contribución al pensamiento administrativo porque presentaba para el desarrollo de la administración:

- 1.- El concepto de que la administración, como una entidad diferente del conocimiento, es aplicable a todas las formas de actividad de grupos.
- 2.- La primera teoría de la administración, completa y comprensiva que podría aplicarse todos los esfuerzos.
- 3.- El concepto de enseñar y desarrollar un curriculum, administrativo en colegios y universidades.

Fayol veía la organización como una entidad abstracta o legal que se originaba y era dirigida por un sistema racional de reglas y autoridad.

#### LAS CONTRIBUCIONES DE HARRINGTON EMERSON

El principio de la idea de Emerson se basa en el ahorro de un millón de dólares diarios que los ferrocarriles de Estados Unidos gastaban siempre y cuando adoptaran los principios de la administración científica en su operación; Emerson fue el primero el emplear el término Ingeniería de Eficiencia, llevó el concepto de la eficiencia a tal magnitud que actualmente se le considera (el gran sacerdote de la eficiencia).

El concepto de eficiencia de Emerson era sencillo:

Preservación.- La eliminación del exceso de desperdicio, donde en esa época había desperdicio en todo, el gobierno, desperdicio de recursos naturales, en la mano de obra y la máquinas en la industria.

En 1911, la Enginring Magazine Company publicó el libro de Emerson, "La eficiencia como base para la operación y los salarios " y en 1913 sus conceptos en forma más amplia fueron publicados bajo el título de Los Doce Principios de la Eficiencia, siendo su obra más popular y conocida.

Los primeros cinco principios de eficiencia de Emerson se refieren a relaciones interpersonales, especialmente entre patrón y empleado; los siete restantes están principalmente relacionadas con la metodología o sistemas administrativos, los cuales son:

- 1.- Objetivos claramente definidos.
- 2.- Sentido común.
- 3.- Consejo competente.
- 4.- Disciplina.
- 5.- Trato justo.
- 6.- Registros fiables, inmediatos, adecuados y permanentes.
- 7.- Despacho.
- 8.- Estándares y guías.
- 9.- Condiciones estandarizadas.
- 10.- Operaciones estandarizadas.

11.- Instrucciones escritas de práctica-estándar.

12.- Recompensa a la eficiencia.

Emerson como se mencionó anteriormente desarrolló el término de Ingeniería de Eficiencia y fue uno de los primeros consultores de negocios en los Estados Unidos.

#### LA CONTRIBUCION DE MUNSTERBERG, WALYTER DILL SCOTT Y HARLOW STAFORD PERSON

Munsterberg, desde muy temprano en su carrera se había propuesto utilizar la psicología para efectos prácticos y en 1910 él y sus estudiantes empezaron hacer investigaciones con respecto de la aplicación de la psicología a la industria. El resultado de este trabajo fue su libro (Psicología y la Eficiencia Industrial).

Dill Scott, durante la Primera Guerra Mundial, desarrolló un sistema adoptado por el ejercito para clasificar al personal y probar los candidatos a oficiales; Scott creía que el obrero promedio trabajaba a un nivel de eficiencia inferior al normal el cual era propiciado por falta de motivación y su comportamiento deficiente, para esto Scott publicó una serie de artículos bajo el título de La Psicología de los Negocios.

Stanford Person, su principal contribución fue dar a la Administración Científica una nueva respetabilidad académica y ayudar a borrar la imagen de que la Administración Científica era tan solo una ramificación del cronómetro dedicada a incrementar la velocidad del trabajo.

## LOS SEIS PRINCIPALES CONTRIBUYENTES

## Henry L. Gantt

- 1.- La gráfica de Gantt.
- 2.- Humanitarismo en el trato y pago de empleados.
- 3.- Enseñanza y adiestramiento de empleados.
- 4.- El servicio como objetivo.

## Hugo Munsterberg

- 1.- La creación del campo de la psicología industrial.
- 2.- Iniciación de un sistema de pruebas y medidas de las diferencias psicológicas entre los empleados.

## Walter Dill Scott

- 1.- Aplicación de la psicología a la motivación y productividad de los empleados.
- 2.- Aplicación de la psicología a la publicidad y a la administración de personal.

## Harrington Emerson

- 1.- Un enfoque más amplio sobre la estructura organizacional y su importancia.
- 2.- Énfasis sobre los objetivos de la empresa y su relación con la organización.
- 3.- Énfasis en la utilización de expertos: personal staff, consultores, etc.
- 4.- Los doce principios de la eficiencia.

**Harlow S. Person**

- 1.- Reconocimiento academico de la Administración Científica.
- 2.- Énfasis en el campo total de la administración, elevandolo de un movimiento dedicado a cronometraje y al aumento en la rapidez.

**Henri Fayol**

- 1.- Concepto de la universalidad en la administración.
- 2.- Primera teoría comprensiva de la administración.
- 3.- Necesidad de enseñar administración en escuelas y universidades.

### 2.3.- ESCRITORES Y CRITICOS MENORES

Después de la primera ola de publicaciones concernientes a las obras e ideas de gente como Taylor, Gantt, Gilbreth y Fayol; una verdadera legión de personas se lanzó a defender la causa de la nueva ciencia de la administración y a instruirse en su aplicación.

- Alexander H. Church

Alexander consultor y especialista en sistemas de costos publicó su primer trabajo, "La distribución apropiada de la carga de gastos". Las mejoras de Church sobre el método de la tasa-máquina para la distribución de gastos de fabricación, así como su señalamiento hacía la técnica de los costos estándar fueron una importante contribución al desarrollo del concepto del costo administrativo. Church presentó un enfoque funcional para el análisis de la administración, observó una síntesis de cinco funciones orgánicas.

- 1.- Diseño.
- 2.- Equipo.
- 3.- Control.
- 4.- Comparación.
- 5.- Operación.

Church desarrolló lo que el llamó las Leyes Universales del esfuerzo las cuales si se aplicaban adecuadamente a las funciones

organicas de la administración serían una ayuda importante a la administración práctica. Define dichas leyes de la siguiente manera:

- 1.- La experiencia debe ser sistemáticamente acumulada, estandarizada y aplicada.
- 2.- El esfuerzo debe ser económicamente regulado.
- 3.- La efectividad personal debe ser promovida.

- Hugo Diemer

A Diemer se le recuerda principalmente por su libro de texto (La organización fabril y la administración); este libro mostraba la interrelación y aplicación universal de los principios administrativos.

- John Duncan

Duncan maestro de contabilidad de la Universidad de Illinois publicó sus principios de administración industrial el 1911 el cual era uno de los primeros libros de texto de la Administración Industrial; vio la necesidad de la educación masiva para estudiantes de este campo en desarrollo que era la administración.

- Luis de Brandeis

Brandeis hizo su más importante contribución a la administración cuando argumentó frente a la comisión de comercio interestatal en contra de los aumentos en los precios de los ferrocarriles; su argumento se basaba en que los ferrocarriles estaban equivocados



al sostener que no existían economías adicionales de operación. Su habil sumario mostraba que a través del uso de la Administración Científica, los ferrocarriles podían ahorrarse un millón de dolares diarios.

- James Hartness

En 1912 Haetness publicó su único libro, El factor humano en la administración del trabajo; en el expresó tres de sus ideas básicas:

- 1.- Que muchos de los aspectos del nuevo enfoque administrativo eran demasiado mecánicos.
- 2.- Que muchos de los nuevos ingenieros en eficiencia estaban ignorando completamente el factor humano
- 3.- Que el problema de aumentar la eficiencia incluía psicología así como Ingeniería y Economía.

Hartness entendió las ventajas de la especialización y de estandarización.

-Robert F. Hoxie

Hoxie escribió dos libros a través de su carrera de profesor asociado de economía, La administración científica y la mano de obra (1915), y El sindicalismo en Estados Unidos (1917).

La principal contribución de Hoxie al desarrollo de la administración fue el probar y dudar acerca de la fundamentación de la administración científica, probablemente la primera crítica

publicada al movimiento de la Administración Científica.

- Horace B. Drury

Era instructor de economía y sociología de la Universidad Estatal de Ohio. En 1915 escribió la Historia y crítica de la Administración Científica; pensaba que la Administración Científica se basaba en el principio de que los trabajadores felices rendían más que los trabajadores descontentos y que el individuo era una unidad de estudio e administración más satisfactoria que los grupos.

Aunque de ninguna manera alcanzaron todos estos críticos menores la estatura de Taylor o Fayol estas personas desempeñaron un papel necesario en la evolución y en la aplicación del pensamiento administrativo. Lo expandieron en forma más limitadas. Exploraron nuevas aplicaciones, lo popularizaron y lo nacionalizaron alimentándolo, dando a la joven ciencia aliento vital con la firmeza teórica y la aplicación práctica.

## CAPITULO III

### III.- INICIO E INTEGRACION DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

#### 3.1.- NACIMIENTO Y BOSQUEJO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Al crearse las escuelas industriales por la Real Ordenanza (en España), el 4 de septiembre de 1850, se dividía la enseñanza industrial en tres grados que eran: elemental, de aplicación y superior.

En la enseñanza elemental, los alumnos que seguían con regularidad los tres cursos, recibían al aprobar el último un certificado de aptitud para profesiones industriales, los que cursaban el cuarto curso recibían el título de maestros en artes y oficios; los de enseñanza de aplicación que duraba tres años, al finalizar la carrera, recibían el título de profesores industriales, si cursaban el cuarto año, aprobando la mecánica industrial, obtenían el título de Ingenieros Mecánicos de segunda clase, y si seguían dicho cuarto año aprobando la química industrial, recibían el título de Ingeniero Químico de segunda clase. Los que obtenían ambos títulos se denominaban Ingenieros Industriales de segunda clase. En la escuela superior había dos secciones también, la de mecánicos y químicos y sus alumnos recibían respectivamente los títulos de Ingenieros Mecánicos y Químicos de primera clase y los que obtenían ambos títulos tomaban el nombre de Ingenieros

Industriales. La ley de instrucción pública del 9 de septiembre de 1857 determinó que la carrera de Ingeniero Industrial se dividiría en dos secciones, Ingenieros Mecánicos e Ingenieros Químicos estableciendo las asignaturas que debían de comprender. El 14 de septiembre de 1902, se aprobó el reglamento de la escuela de Ingeniería Industrial estableciendo el plan de estudios de esta carrera que fue sustituido el 6 de agosto de 1907.

Finalmente la Real Ordenanza al 14 de febrero de 1914 aprobó las tarifas de horarios de los Ingenieros Industriales por los trabajos realizados a particulares.

Desde la conquista de México hasta 1792, año en que se instauró el Real Seminario de Minería, la práctica de la Ingeniería en el país, observó un patron similar al europeo; posteriormente, la Ingeniería Minera floreció como ciencia hasta la iniciación de la Independencia.

En 1843, surgieron en esta institución las carreras de Agrimensor geógrafo, Naturista e Ingeniero en Minas, y es hasta 1857, cuando se establece en la academia de San Carlos la carrera de Caminos puentes y Canales (Ingeniero Civil). El 2 de diciembre de 1867, se creó la Escuela Nacional de Ingenieros, misma que en 1883 cambio su nombre por el de Escuela Nacional de Ingenieros, en ella se preparaban ingenieros topógrafos e hidrográfos, industriales, de caminos, puentes y canales, de minas, metalurgicos y geógrafos a finales de este siglo XIX, del año de 1889 es el antecedente más

remoto que se tiene en México de los inicios de materias y libros de consulta de la carrera de Ingeniería Industrial ya que con fecha del 24 de septiembre el estado de Queretaro pidió por por medio de un escrito los planes de estudio de la carrera de Ingeniero Mecánico, para implementar la carrera dentro de los planes de estudio su Institución (Documento 1). La Escuela Nacional de Ingenieros recibió el documento el 30 de septiembre del mismo año (Documento 2) y se dió respuesta a esta esta solicitud el 4 de octubre de 1889 (Documento 3), detallando la carrera que la carrera de Ingeniero Mecánico no existía pero, se detallaron las materias y libros que contemplaba la carrera de Ingeniero Industrial, aún cuando en esta carrera no existía un establecimiento conforme a la ley vigente de ese año; para el 12 de octubre se daba una respuesta al gobernador de Queretaro (Documento 4), y para el 16 de octubre de 1889 el gobernador de esta entidad daba las gracias a la solicitud que el había elaborado (Documento 5).

Los antecedentes formales más remotos referentes a la profesión de "Ingeniería Industrial" datan de 1880 en taller mecánico de la "Midulae Steel Company" con Frederick W. Taylor al implantar las bases científicas de la medición del trabajo.

Otros precursores de la Ingeniería Industrial son Frank B. Gilberth, quienes conjuntamente desarrollaron las primeras investigaciones sobre los movimientos elementales que se desarrollan en toda actividad.

También es necesario mencionar como precursor a F. Fayol como principal creador de las nuevas bases de la administración de la empresa moderna.

Fue debido a estas personalidades y a los llamados "Ingenieros Tomadores de Tiempos", título asignado a los primeros técnicos del estudio del trabajo, que se comenzó por "Homogenizar a la Ingeniería Industrial como profesión, misma que empezó operando básicamente como implantadora de sistemas de control en la administración del trabajo".

Sintetizando el origen de la Ingeniería Industrial partió prácticamente de tratar de asignar la cantidad de trabajo a realizar por un operario en su jornal, lo que a su vez implicó el tener que controlar diferentes factores que asegurasen el cumplimiento de esta tarea. Los factores mencionados son:

- 1.- Método de trabajo.
- 2.- Clase de trabajo.
- 3.- Habilidad necesaria para realizarlo.
- 4.- Calidad del trabajo.
- 5.- Concesiones para el trabajo.

Estos factores y los efectos producidos al tratar de controlarlos están representados en el siguiente esquema.

# ORIGEN DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

PROCESOS DE MANUFACTURA HERRAMIENTA Y EQUIPO  
MAQUINARIA Y ADITAMENTOS NUEVOS PROCESOS

PREPARACION DE LA PRODUCCION

MERCADO  
RENOBERACION  
CONTRATAION

EVALUACION DE PUESTOS

METODO  
DE  
TRABAJO

CARACTERISTICAS MECANICAS DE  
PRESENTACION DE FUNCIONAMIENTO DE  
MATERIALES COSTOSOS

ESPECIFICACIONES DE DISENO

CLASE  
DE  
TRABAJO

CALIDAD  
DE  
TRABAJO

MEDICION  
DEL  
TRABAJO

HABILIDAD  
NEC. PARA  
DESARR. EL  
TRABAJO

GESTIONES  
SOBRE  
EL TRAB.

ADIESTRAMIENTO

RELACIONES HUMANAS  
METAS DE LA EMPRESA  
INCENTIVOS

ERGONOMIA

AREA DE TRABAJO  
SEGURIDAD  
SEGURO  
POLITICAS ESPECIALES





7° 2.907 - 198.

359

F.N.I.

Sección 3ª  
Número 860.

Deseario este Gobierno estable-  
cer en el Estado la carrera de Ingenieros  
Mecánicos, en iguales condiciones en que  
lo está en esa Capital, cuyo plantel de-  
pende de la Secretaría del digno cargo  
de Ud., le suplico se sirva ordenar se me  
proporcione datos acerca de las materias  
que se estudian para dicha profesión, que  
autores sirven de texto, los años en que se  
cursa y la práctica que se exige.

Lib.  
857.

Libro 30-89

Transmitase  
a la Dirección  
de la Escuela  
de Ingenieros

Al manifestar a Ud. mi reconoci-  
miento por su deferencia, le reitero las per-  
turbas de mi alta consideración.

Libertad y Constitución.

Provetano, Septiembre 24 de 1889.

*[Signature]*

*[Signature]*  
an

para que remita  
a esta Secretaría el  
informe correspondiente  
sobre el particular de que  
se trata para transmitirlo  
al Subsecretario de P.  
requisito. X

Al Secretario de Fomento.

México.

Exposición 4<sup>ta</sup> et 5<sup>ta</sup> - 21.66.

El Gobernador del Estado de Que-  
rétaro dice á esta Secretaría con  
fecha 24 del actual lo siguiente:

"Deseario este Gobierno esta-  
blecer - - - - -

- - - - -

- - - - -

- - - - -

- - - - -

- - - - -

- - - - -

- - - - -

Se exige.

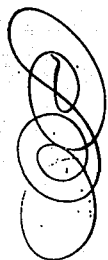
Lo que trascrito á V. U., á fin  
de que se dirija remitir á esta  
Secretaría, el informe correspon-  
diente sobre el particular de que  
se trata, para transmitirlo al Go-  
bernador de aquel Estado.

Ay. de Mexico *[Signature]*  
Bernardín

Al Director de la Secretaría  
de Fomento

*[Signature]*

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30



Se rinde un informe de los estudios obras de texto y prácticas del Ingeniero Industrial, por no existir la carrera del Ingeniero Mecánico; en contestación á la nota relativa de esa Secretaría.

En debida respuesta á la nota de fecha 30 del mes próximo pasado de esa Secretaría, que es al digno cargo de V, relativa á que se rinda un informe respecto de los estudios que corresponden á la carrera de Ingeniero Mecánico; aun cuando esa carrera no existe en este establecimiento conforme á la ley vigente; tengo sin embargo el honor de dar en seguida los detalles relativos á la carrera de Ingeniero Industrial, que de las seguidas en esta Escuela es, por su índole la más análoga á la de que se trata.

Estudios preparatorios.

Gramática castellana; Raíces griegas; Francés; Inglés; Principios de Alemán; Aritmética; Álgebra; Geometría plana y en el espacio; Trigonometrías, rectilínea y esférica; Geometría analítica; Mecánica racional; Física experimental; Química General; Historia natural; Cosmografía y Geografía; física y política, especialmente de México; Lógica; Dibujos, lineal y de paisaje.

Estudios profesionales.

Primer año. - Álgebra superior; - Geometría analítica; y Cálculo infinitesimal. - Geometría descriptiva. - Topografía ó hidromensura. - Dibujo topográfico.

Después de los exámenes práctica de Topografía é Hidromensura.

Segundo año. - Estereotomía y carpintería. - Mecánica analítica y aplicada. - Química analítica, orgánica y anorgánica. y Docimasía. - Dibujo de máquinas y arquitectónico. - Durante el año práctica de Estereotomía y Carpintería; práctica en el laboratorio y en la oficina docimástica de la Escuela.

## MEXICO

Después de los exámenes práctica de Mecánica. Tercer año. - Química industrial. - Conocimiento de materiales de construcción. - Mecánica industrial. - Dibujo de máquinas. - Durante el año práctica de Mecánica industrial en las diversas fábricas; práctica en el taller de construcción de máquinas, y práctica en las fábricas de productos químicos y establecimientos químico-industriales.

Después de los exámenes, práctica de conocimiento de materiales.

Cuarto y último año. - Construcción y establecimiento de máquinas. - Teoría mecánica de las construcciones y construcción práctica. - Meteorología - Economía política. - Dibujo de máquinas. - Durante el año, práctica de Meteorología y de construcciones; práctica de construcción de máquinas, y práctica en las fábricas y establecimientos industriales.

Después de los exámenes, practicarán los alumnos durante un año, visitando y estudiando talleres de reparación de máquinas, molinos, fábricas de hilados y tejidos, de estampados, de azucar, de aguardientes, &c, &c. y las máquinas usadas en la minería.

## Obras de texto.

Geometría analítica por Sonnet y Frontera.

Álgebra superior por Lefebvre de Fourey.

Cálculo Infinitesimal por F. Díaz Covarrubias.

Geometría descriptiva por Adhemar.

Topografía por F. Díaz Covarrubias.

Hidromensura por M. Fernández Leal.

Estercotomía por Lerdy.

Carpintería por Adhemar.

Mecánica analítica por Flamant.

Mecánica aplicada por Hergot y Justeguero.

Química analítica por Fresenius.

Arte del Ensayador por Balling.

Química Industrial por Wagner y Gauthier.

Conocimiento de materiales de construcción por Oslet.

Geología por M. Barcelona.

Mineralogía por Lapparent.

Mecánica industrial: Motores de vapor é hidráulicos por Armengaud.

Construcción de máquinas por Reuleaux.

DIRECCION  
DE LA  
ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS

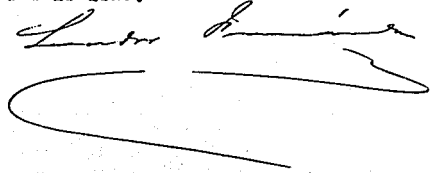
MEXICO

F.N.I. 212.  
363

Mecánica de las construcciones por Planat.  
Construcción práctica por Prud' Home.  
Meteorología por Mohn.

Protesto á V. las seguridades de mi atenta consideración.

México, Octubre 4 de 1880.



Al Secretario de Fomento.

Presente.

Acción  
P. 111111

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

Se recibió en esta Secretaría  
el informe de esa Dirección de fecha  
de del sobre el asunto relativo a los estu-  
dios, obras de ley y prácticas de la  
Carrera de Ingenieros Industriales, por  
no existir la de Ingenieros Mecánicos.  
L. C. M. y C. 12 de 1889.  
Fernando M.  
C. M.

El Director de la Escuela de Ingenieros  
P. 111111

Con fecha 4 del presente  
mes dice a esta Secretaría la Dirección  
de la Escuela de Ingenieros lo si-  
guiente:

"En debida respuesta ...  
-----  
-----  
-----  
-----

"Historiografía por el libro"  
que tengo en posesión de transcribir  
para el Sr. M. y C. en inte-  
ligencia y en respuesta a su  
comunicación de fecha de del mes de  
L. C. M. y C. 12 de 1889

El Gobernador del Estado de Querétaro

2189.



Sociedad  
Número 954

4  
837

Tengo la honra de acusar á Ud. recibo de su atenta comunicación número 2,159. de 12 del mes que cursa, en la que se sirve insertar la de la Dirección de la Escuela N. de Ingenieros, relativa á los datos que solicitó este Gobierno con fecha 21 de Septiembre último, acerca de las materias que se estudian para la profesión de Ingenieros Mecánicos, las obras que sirven de texto y la práctica que se exige; haciéndome constar en ella lo que corresponde á la de Ingenieros Industrial, por no haber en dicho establecimiento aquella carrera y ser esta la más análoga.

Al dar á Ud. las debidas gracias por su atención, me es grato reiterarle las protestas de mi particular aprecio.

Libertad y Constitución.

Procurador, Octubre 16 de 1889.

Al Secretario de Fomento.

México.

### 3.2.- LA FORMACION DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN MEXICO

Los antecedentes más remotos sobre Ingeniería Industrial en el país como carrera establecida datan de la fundación del Instituto Politécnico Nacional creado en 1937, introduciendo las primeras carreras de Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electricista posteriormente obteniendo la fusión de estas dos ramas y viendo las necesidades de un enfoque administrativo dentro de la industria se crea la carrera de Ingeniero Industrial; en el año de 1939, al egresar de la Escuela Militar de Ingenieros la primera generación de Ingenieros Industriales Militares, título adignado a la carrera resultante del fusionamiento de las anteriores carreras de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Química, etc.; título mediante el cual, se pretendió hacer resaltar la combinación y extensión de la mencionada profesión, además de haber existido una fuerte influencia europea (Especialmente de España y Francia), ejercida en ese entonces sobre la tecnología y profesionistas de la Ingeniería.

A la fecha la Escuela Militar de Ingenieros continua contando con el programa de Ingeniero Industrial el cual tiene por objetivo "El de capacitar a su personal a fin de servir a los intereses de las fuerzas armadas y de la nación desde el punto de vista técnico-militar".



De acuerdo con la información recabada, parece ser que el segundo antecedente en el país en el aspecto de la formación de Ingenieros Industriales se localiza en el Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey A. C. ya que, al iniciar sus actividades en el año de 1943, incluye en sus tres primeras escuelas "La Escuela de Ingeniería Industrial", como a una escuela a la cual se le encomienda la formación de Ingenieros Industriales con especialidad en Mecánica, Electricidad, Química y Administración.

El Ingeniero Industrial con especialidad en Administración se le fijaba como futuro campo de acción "La dirección de las empresas, dependiendo de él, el éxito industrial y económico de los negocios.

Asímismo, será el encargado de estudiar, junto con los ingenieros de otras ramas los planes para la formación y ampliación de industrias, coordinará los diferentes elementos económicos y humanos que sirvan para el mayor éxito en las empresas".

Desafortunadamente para la Industria Nacional, la mencionada profesión no tuvo continuidad ya que al no ser reconocidas las necesidades, por parte de la industria respecto a este tipo de profesionista, motivó que fueran modificados los planes, en contenido y denominación inclusive de la carrera, dando como resultado la creación del Ingeniero Mecánico Administrador (1950),

el cual contiene a un fuerte contenido dentro de sus planes de estudio, de conocimientos sobre técnicas de Ingeniería Industrial. La aplicación de la Ingeniería Industrial en la industria mexicana, se tiene que con la creación del Centro Industrial de Productividad en 1957, actualmente denominado Centro Nacional de Productividad, se inicia la práctica formal de estas técnicas, ya que siendo el organismo nacional cuyo objetivo primordial es "La promoción de la productividad en la industria nacional".

El siguiente antecedente escolar de la Ingeniería Industrial en nuestro país se localiza en el año de 1960 cuando por decreto presidencial se crea la carrera de Ingeniería Industrial con especialidad en Mecánica, Electricidad y Química para ser impartida en todos los Institutos Tecnológicos Regionales del país.

Posterior al año de 1960 el término Ingeniería Industrial a comenzado a popularizarse ya sea en empresas, escuelas, consultores, etc.

A partir de la creación del "Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial" en 1962 se comienza una nueva etapa en la preparación de Ingenieros Industriales.

En la actualidad los principales planes de estudio manejados en el país corresponden a las siguientes instituciones:

- Instituto Politécnico Nacional.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Supreiores de Monterrey. - Institutos Tecnológicos Regionales S.E.P.
- Universidad Nacional Autonoma de México.
- Escuela de Ingenieros Militares.

Otro de los antecedentes obtenido es el plan de estudios de la Universidad Nacional Autonoma de México; de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista se crea el área principal de Ingeniería Industrial.

Los orígenes de este plan de estudios parten de la reforma universitaria de 1967, mediante la cual se modifica el plan anterior de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista profesión implantada desde 1912, como resultado de haber fusionado las carreras de Ingeniero Electricista y la de Mecánico que anteriormente existían.

Debido a la inclusión del la especialidad de la Ingeniería Industrial, es que se incluye en análisis del plan de estudios de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. en su carrera de Ingeniero Mecánico Electricista con especialidad en Ingeniería Industrial, mismo que rige en la actualidad a otras instituciones de educación superior, pública ó privada, como son las varias universidades de provincia, así como la Universidad Anáhuac, Iberoamericana, La Salle, etc.. La mencionada especialidad queda

definida en el boletín de la Facultad de Ingeniería (1968), como "El estudio de la planeación, la organización y el control de la producción industrial, mediante la aplicación del método científico de técnicas matemáticas, principios de economía y administración aplicadas a la Ingeniería".

### 3.3.-CAMBIO Y PLANES DE ESTUDIO DE 1930 A FINALES DE 1970

El plan de estudios de 1929, dentro de la Universidad, contemplaba las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero de Minas, Ingeniero Petrolero, Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo.

Todas ellas se impartían en 5 años, excepto la última mencionada que se daba en dos años.

En 1932 se creaba la carrera de Ingeniero Forestal, la cual se impartía en tres años.

En 1934 se creaba la carrera de Ingeniero Químico con dos años de estudio.

En 1935 se creaba la carrera de Ingeniero Municipal y Sanitario con cinco años de cursos.

Desaparecían las carreras de Ingeniero Forestal y de Ingeniero Químico entre el año de 1935-42.

En 1942 se creó la carrera de Ingeniero Geólogo con cuatro años de estudio.

En 1943 se creaba la carrera de Ingeniero Aeronauta impartida en

cinco años.

Después de la Segunda Guerra Mundial, en el año de 1947 se la cambiaba la denominación a la carrera de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo a la de Ingeniero Topógrafo y Geodesta.

Desaparecían las carreras de Ingeniero Aeronauta e Ingeniero Municipal y Sanitario.

La carrera de Ingeniero Aeronauta aparecía de nuevo en 1951 y volvía a desaparecer en forma definitiva en el año de 1952.

A partir de 1954 se han mantenido las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico y Electricista, Ingeniero Topógrafo y Geodesta, Ingeniero de Minas Y Metalurgista, Ingeniero Petrolero e Ingeniero Geólogo.

Es en 1959 cuando se convierte la Escuela Nacional de Ingeniería en Facultad de Ingeniería, estableciéndose las tres divisiones fundamentales:

- División de Estudios Profesionales.
- División del Doctorado.
- División de Investigación.

En el año de 1965 la organización se presentaba como a continuación se indica; en la división de estudios profesionales se impartían las carreras de:

- Ingeniero Civil.
- Ingeniero Topógrafo y Geodesta.
- Ingeniero Mecánico Electricista.
- Ingeniero de Minas y Metalurgista.
- Ingeniero Petrolero.
- Ingeniero Geólogo.

En la División de Doctorado se ofrecían los siguientes tipos de cursos:

- 1.- Cursos con valor académico para obtener los grados de Maestro o Doctor en Ingeniería.
- 2.- Cursos de especialización.
- 3.- Cursos temporales.

En la División de Investigación se realizaban tareas de investigación comprendidas en las siguientes secciones:

Estructuras	Dinámica Estructural
Vías terrestres	Hidráulica
Análisis Numérico	Ingeniería Sísmica
Instrumentación	Mecánica de Suelos

El período lectivo estaba establecido por años, todas las carreras tenían un plan de estudios de cinco años, menos la de Ingeniero Topógrafo y Geodesta que era de tres.

En el año de 1968 cambió la estructura organizacional académica distinguiéndose entre lo más relevante lo siguiente:

- a) Desaparición del año lectivo conteniendo como unidad el año, se creaba el concepto de los semestres por lo cual todas las carreras tendrían 10 semestres menos la de Ingeniero Topógrafo y Geodesta que consistía en 6 semestres.
- b) Aparición del crédito académico dentro de los planes de estudio.
- c) Institución para todas las carreras, de los cuatro primeros semestres comunes, excepto en la carrera de Ingeniero Topógrafo y Geodesta, con solo los dos primeros semestres.
- d) Creación de áreas principales dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica anteriormente contemplada como básica y consistentes en:
  - Area en Ingeniería Mecánica..
  - Area en Ingeniería Industrial.
  - Area en Ingeniería Eléctrica.
  - Area en Ingeniería de Control Comunicaciones y Computación.
  - Area en Ingeniería de Fluidos y Térmica.
- e) Creación de materias socio-humanísticas con objeto de que el alumno pudiese conocer otras áreas de interés fuera de la Ingeniería.



- f) Institución dentro de los planes de estudio del concepto formal de las materias optativas con el fin del que alumno pudiese, los últimos semestres, escoger entre algunas de las asignaturas que se ofrecían como tales, según sus aspiraciones.

En 1972 se volvió hacer otra modificación sustancial:

- a) Se planteaba una reducción de los créditos, dicha reducción representaba en promedio un 15% para todas las carreras.
- b) Como consecuencia del punto anterior decrecía en número de semestres de dichas carrera a 9, excepto la de Ingeniero Topógrafo y Geodesta que conservaba sus 6.
- c) Aparición de la carrera de Ingeniería Geofísica

Para 1977 se creó la carrera de Ingeniero en Computación desligándose de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista así como del Area de Control y Comunicaciones.

Duarante 1992 a 1993 se crea la carrera de Ingeniero en Telecomunicaciones naciendo de la fusión de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, área eléctrica-electrónica del modulo de telecomunicaciones y de la carrera de Computación.

### 3.4.- COMPARACION DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE 1968 A 1991.

En el plan de estudios del año de 1968, la estructura es la siguiente:

- 1.- Asignaturas obligatorias (primero al sexto semestre).
  - 2.- Area principal del sexto al décimo semestre, donde en estos semestres se contempla el llevar asignaturas optativas.
- (Cuadro 1).

En el plan de estudios del año de 1972, la estructura es la siguiente:

- 1.- Asignaturas propedeuticas y humanisticas.
  - 2.- Asignaturas comunes.
  - 3.- Area de Ingeniería Industrial, con asignaturas obligatorias y optativas.
- (Cuadro 2).

En este cambio de plan de estudios se observa que la Facultad de Ingeniería busca enfocar el plan de estudios hacia lo que es la ingeniería financiera y administrativa.

En el plan de estudios del año 1979, la estructura es la siguiente:

- 1.- Asignaturas obligatorias.
- 2.- Asignaturas optativas.

En este plan de estudios se observa una clara tendencia aunque no bien definida hacia la especialización de la Ingeniería Industrial en dos grandes áreas:

- a) Producción.
- b) Administración de la producción.

(Cuadro 3).

En el plan de estudios del año de 1986, la estructura es la siguiente:

- 1.- Se continua con las dos áreas de especialización.
- 2.- Se eliminaron materias del área mecánica.
- 3.- Aumentó el área de computación
- 4.- Se reestructuró la parte de Ingeniería Industrial

(Cuadro 4).

En el plan de estudios del año de 1991, la estructura es la siguiente:

- 1.- Se divide en tres niveles:

a) I del 1ro. al 4to. semestre, siendo el área de ciencias básicas.

b) II del 5to. al 7mo. semestre, siendo el área

electromecánica para conocimiento general del alumno.

- c) III del Bvo. al 10mo. semestre, siendo el área de especialización de Ingeniería Industrial.

(Cuadro 5).

## INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

REQUISITO ESCOLAR: *Bachillerato*

NÚMERO DE CREDITOS:	Obligatorios	429
	Optativos	18
	<b>Total</b>	<b>447</b>

### *Asignaturas obligatorias*

<i>Primer semestre</i>			842106 Técnicas del Aprendizaje y la Discertación
516110 Matemáticas I			<i>Tercer semestre</i>
001110 Álgebra			518110 Matemáticas III
211110 Geometría Descriptiva		518110 Física I	201110 Física I
121105 Dibujo		521110 Mecánica II	525110 Métodos Numéricos
321106 Introducción a la Ingeniería			Optativa de Humanidades
<i>Segundo semestre</i>			<i>Cuarto semestre</i>
517110 Matemáticas II		519110 Matemáticas IV	
520110 Mecánica I		202110 Física II	
841115 Topografía General y Prácticas			
		502106 Sociología	
522110 Mecánica III			<i>Sexto semestre</i>
611110 Probabilidad y Estadística			534108 Mecánica de Materiales
721108 Química			325108 Ingeniería Térmica II
<i>Quinto semestre</i>			535108 Mecánica de Fluidos I
551108 Mecánica del Medio Continuo			095108 Circuitos II
321108 Ingeniería Térmica I			849108 Técnicas Administrativas I
522108 Mecánica Aplicada I			845108 Teoría Económica
094108 Circuitos I			
523109 Matemáticas Aplicadas			

### *Área Principal en Ingeniería Industrial*

#### *Asignaturas obligatorias*

<i>Séptimo semestre</i>		<i>Noveno semestre</i>	
333108 Ingeniería Industrial I		335110 Ingeniería Industrial III	
850108 Técnicas Administrativas II		336108 Ingeniería Económica I	
650108 Procesos de Manufactura I		338108 Ingeniería de Producción	
163108 Estadística Aplicada		339108 Investigación de Operaciones I	
538110 Metrología		Optativa	
762106 Recursos y Necesidades de México		<i>Décimo semestre</i>	
<i>Octavo semestre</i>		851108 Técnicas Administrativas III	
534110 Ingeniería Industrial II		337110 Ingeniería Económica II	
126110 Diseño de Herramental		811108 Sociología, Ética y Psicología Industrial	
651108 Procesos de Manufactura II		340110 Investigación de Operaciones II	
652110 Procesamiento de Información		Optativa	
Optativa		812104 Seminario	

#### *Asignaturas optativas*

662106 Probabilidad y Estadística I *	680109 Programación Matemática I *
826106 Simulación y Computación Analógica *	860106 Teoría y Programación del Desarrollo económico I *
807106 Teoría y Programación del Desarrollo Económico II *	870106 Teoría de Espera *
683106 Producción y Control de Inventario, *	Asignatura de otras Secciones

\* Estas asignaturas se imparten en la División de Estudios Superiores.

Nivel Académico: *Licenciatura*

Número de Créditos: *Total 190-394\**

Requisitos Académicos	{ Para ingresar: { Para obtener título:	<i>Bachillerato</i>	
		a) <i> Haber aprobado las asignaturas del plan de estudios</i> b) <i> Constancia de servicio social</i> c) <i> Trabajo elaborado en el seminario del área seleccionada</i> d) <i> Examen profesional</i>	

*Asignaturas Propedéuticas y Humanísticas*

	<i>Créditos</i>		<i>Créditos</i>
Algebra	9	Técnicas Administrativas I	8
Matemáticas I	9	Ingeniería Económica I	8
Matemáticas II	9	<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>110</b>
Matemáticas III	9		
Matemáticas IV	9		
Métodos Numéricos	9		
Probabilidad y Estadística	9		
Mecánica I	9		
Mecánica II	9		
Termodinámica	9		
Electricidad y Magnetismo	9		
Dibujo	5		
Introducción a la Ingeniería	6		
Optativa de Humanidades	6		
Sociología	6		
Economía	6		
Recursos y Necesidades de México	6		
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>134</b>		

*Asignaturas Comunes*

Sistemas y Circuitos Electro-Mecánicos I	8
Sistemas y Circuitos Electro-Mecánicos II	8
Mecánica Aplicada I	8
Mecánica de Materiales	9
Ingeniería Térmica I	8
Ingeniería Térmica II	8
Mecánica del Medio Continuo	8
Conversión de Energía Electro-Mecánica I	10
Ingeniería de Control I	10
Metrología	8
Ingeniería de Procesos Industriales	9

**ÁREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

<i>Asignaturas Obligatorias</i>	<i>Créditos</i>
Ingeniería Industrial I	8
Ingeniería Industrial II	10
Estadística Aplicada	8
Investigación de Operaciones I	8
Investigación de Operaciones II	10
Ingeniería de Producción	8
Procesamiento de Información	10
Procesos Industriales Mecánicos	10
Procesos de Manufactura II	8
Diseño de Herramental	10
Diseño de Máquinas I	8
Turboquinaria	10
Instalaciones Electromecánicas	8
Optativa I del Área	8
Optativa II del Área	8
Optativa III del Área	8
Seminario	4
<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>144</b>
<b>TOTAL DE CRÉDITOS:</b>	<b>390</b>

\* Varía según el área elegida.



INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Nivel Académico: Licenciatura

- |                       |   |                     |   |
|-----------------------|---|---------------------|---|
| Requisitos Académicos | } | Para ingresar       | Bachillerato.   |
|                       |   | Para obtener título | a) Haber cubierto el total de créditos de la carrera.<br>b) Cumplir con el Servicio Social.<br>c) Elaborar la tesis profesional.<br>d) Aprobar el examen profesional. |

AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

Número de Créditos: Total 411

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

0258 09	Algebra y Geometría - Analítica	0062 09	Algebra Lineal
0263 09	Cálculo Vectorial	0059 09	Cálculo Diferencial e Integral
0257 09	Computadoras y Programación	0398 10	Conversión de Energía Electromecánica I
0061 06	Dibujo	0126 10	Diseño de Herramental
0231 08	Diseño de Máquinas I	0064 09	Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias
0071 11	Electricidad y Magnetismo	0163 08	Estadística Aplicada
0256 07	Física Experimental	0342 10	Ingeniería de Control I
0384 09	Ingeniería de Procesos Industriales	0338 08	Ingeniería de Producción
0333 10	Ingeniería Industrial I	0334 10	Ingeniería Industrial II
0335 08	Ingeniería Industrial III	0324 08	Ingeniería Térmica I
0389 08	Ingeniería Térmica II	0391 08	Instalaciones Electromecánicas
0232 06	Introducción a la Ecología	0060 06	Introducción a la Ingeniería
0339 08	Investigación de Operaciones I	0340 10	Investigación de Operaciones II
0438 09	Mecánica I		
0431 09	Mecánica II	0484 10	Mecánica de Materiales
0312 04	Mecánica Aplicada I	0904 04	Optimización de Recursos Humanos
0439 09	Métodos Numéricos	0632 10	Procesamiento de Información
0341 08	Metrológica	0720 10	Procesos Industriales Mecánicos
0712 09	Probabilidad y Estadística	0809 04	Seminario de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
0631 08	Procesos de Manufactura II	0802 06	Sociología de México
0751 06	Recursos y Necesidades de México	0849 08	Técnicas Administrativas I
0731 08	Sistemas y Circuitos Electromecánicos I	0068 11	Termodinámica
0764 08	Sistemas y Circuitos Electromecánicos II		
0855 08	Técnicas de Evaluación Económica		
0894 10	Turbomaquinaria		

ASIGNATURAS OPTATIVAS

Deberán cubrirse 24 créditos correspondientes a las asignaturas optativas.

CUADRO 3

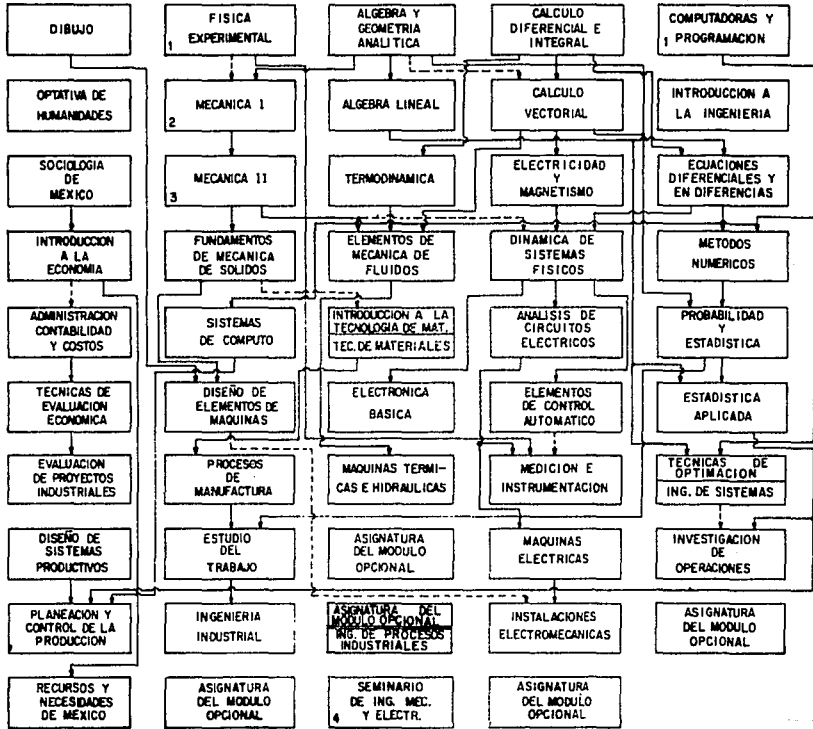
0154 08	Comercialización	0155 08	Comportamiento Humano en las Organizaciones
0180 10	Evaluación de Proyectos Industriales	0401 08	Ingeniería de Sistemas
0330 08	Ingeniería Nuclear	0440 04	Laboratorio de Máquinas Térmicas
0390 08	Ingeniería Térmica III	0778 08	Simulación
0531 08	Mecánica del Medio Continuo	0850 08	Técnicas Administrativas II
0856 08	Técnicas de Información Industrial		



# CARRERA DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

## AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Aprobado por el H. Consejo Técnico el 11 de Junio de 1985



### MODULOS OPCIONALES DEL AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

#### MODULO DE ADMINISTRACION

- COMPORTAMIENTO HUMANO EN LAS ORGANIZACIONES
- PLANEACION
- TECNICAS DE ADMINISTRACION FINANCIERA
- GESTION DE EMPRESAS

#### OPTATIVAS DEL MODULO

- RELACIONES LABORALES E INDUSTRIALES
- SISTEMAS DE COMERCIALIZACION
- TEMAS SELECTOS DE ADMINISTRACION

#### MODULO DE PRODUCCION

- TECNICAS ESPECIALES DE OPTIMIZACION
- GESTION DE PROYECTOS
- ADMINISTRACION DE MATERIALES
- CONTROL DE CALIDAD

#### OPTATIVAS DEL MODULO

- SISTEMAS DE INFORMACION
- ADMINISTRACION COMPUTARIZADA DE LA PRODUCCION
- TEMAS SELECTOS DE PRODUCCION

#### NOTAS

1. NUEVA MATERIA OBLIGATORIA PARA LOS ALUMNOS QUE INGRESARON A LA CARRERA A PARTIR DE OCTUBRE DE 1979
2. SI EL ALUMNO NO PUEDE CURSAR SIMULTANEAMENTE MECANICA I Y CALCULO VECTORIAL, SE SUGIERE QUE CURSE PRIMERO CALCULO VECTORIAL.
3. SI EL ALUMNO NO PUEDE CURSAR SIMULTANEAMENTE MECANICA II Y ECUACIONES DIFERENCIALES Y EN DIFERENCIAS, SE SUGIERE QUE CURSE PRIMERO ECUACIONES DIFERENCIALES Y EN DIFERENCIAS.
4. SE REQUIEREN 310 CREDITOS

#### PREREQUISITOS ACADÉMICOS NECESARIOS

PARA CONSEGUIR LOS ANTIQUENTILES DE LAS MATERIAS DE LOS MODULOS OPCIONALES, CONSULTAR AL COORDINADOR DE LA CARRERA LA POSICION DE LAS MATERIAS EN EL DIAGRAMA PARA LA SEGURIDAD QUE SE SIGUE PARA ACREDITARLAS

#### PREREQUISITOS ACADÉMICOS COMPLEMENTARIOS

# PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

## DIAGRAMA DE PRECEDENCIA OBLIGATORIA DE ASIGNATURAS

CUADRO 5

Aprobado por el Consejo Técnico el 10 de Septiembre de 1991.

NIVEL	SEMESTRE						CREDITOS:
<b>I</b>	1	COMPUTADORAS Y PROGRAMACION (9)	GEOMETRIA ANALITICA (9)	INTRODUCCION A LA INGENIERIA (6)	ALGEBRA (9)	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL (9)	42
	2	DIBUJO (5)	ESTADISTICA (9)	QUIMICA (8)	ALGEBRA LINEAL (6)	CALCULO VECTORIAL (9)	37
	3	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA (6)	CINEMATICA (6)	QUIMICA APLICADA (8)	ECUACIONES DIFERENCIALES (6)	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO (11)	37
	4	INTRODUCCION A LA ECONOMIA (6)	DINAMICA (6)	ESTUDIO DEL TRABAJO (10)	METODOS NUMERICOS (9)	SISTEMAS ELECTROMECANICOS (8)	39
<b>II</b>	5	TERMODINAMICA (11)	INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE MATERIALES (10)	PRODUCTIVIDAD (8)	ADMINISTRACION CONTABILIDAD Y COSTOS (8)	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA (9)	46
	6	TERMOFLUIDOS (10)	FUNDAMENTOS DE MECANICA DE SUELOS (8)	TECNICAS DE OPTIMIZACION (8)	ELECTRONICA INDUSTRIAL (10)	ESTADISTICA APLICADA (8)	44
	7	TECNICAS DE EVALUACION ECONOMICA (8)	DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS (8)	SISTEMAS DE CONTROL (8)	INSTRUMENTACION Y CONTROL (8)	MAQUINAS ELECTRICAS (10)	42
<b>III</b>	8	DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS (8)	PROCESOS DE MANUFACTURA (10)	ASIGNATURA DEL MODULO OPCIONAL (8)	INSTALACIONES ELECTROMECANICAS (8)	CALIDAD (8)	42
	9	EVALUACION DE PROYECTOS (8)	SEMINARIO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA (4)	PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION (10)	ASIGNATURA DEL MODULO OPCIONAL (8)	ASIGNATURA DEL MODULO OPCIONAL (8)	38
	10	RECURSOS Y NECESIDADES DE MEXICO (6)	GESTION DE EMPRESAS (8)	ASIGNATURA DEL MODULO OPCIONAL (8)	AUTOMATIZACION Y ROBOTICA (8)	ASIGNATURA DEL MODULO OPCIONAL (6)	36

TOTAL DE CREDITOS: 403

### MODULOS OPCIONALES DEL AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

#### MODULO DE SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

- Ingeniería Financiera (8)
- Planeación (8)
- Administración de Operaciones (8)
- Sistemas de Comercialización (8)

#### Optativas del módulo:

- Sistemas de Mejoramiento Ambiental (8)
- Temas Selectos de Sistemas Administrativos (8)
- Sociología (6)

#### MODULO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

- Procesos Industriales (8)
- Manufactura Integrada por Computadora (8)
- Relaciones Laborales y Comportamiento Humano (8)
- Sistemas de Mejoramiento Ambiental (8)

#### Optativas del módulo:

- Ingeniería Financiera (8)
- Temas Selectos de Sistemas Productivos (8)
- Sociología (6)

#### NOTAS:

- 1 La posición de las asignaturas indica el orden recomendable para cursarlas
- 2 El número de créditos esta entre paréntesis
- 3 — precedencia obligatoria entre asignaturas
- 4 Nivel II: requisitos para inscripción, mínimo 75% de créditos del nivel I
- 5 Nivel III: requisitos para inscripción, 100% de créditos del nivel I y un mínimo de 50% de créditos del nivel II
- 6 Las disposiciones de precedencia establecidas en este diagrama se aplican para la generación 1992 y posteriores

## CAPITULO IV

#### IV.- CRECIMIENTO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DURANTE LA DECADA DE LOS 30'S A FINALES DE LOS 70'S.

##### 4.1.- LA INGENIERIA EN EL MUNDO.

Rara vez se recuerda la rapidez con que se desarrolló la industria durante el siglo XIX, y el sorprendente crecimiento obtenido durante los primeros 25 años del siglo XX. El incremento de los segundos 25 años de este siglo no ha sido más que una evaluación natural del progreso inmediato anterior, con el fin de refinamiento y consolidación de las técnicas y recursos obtenidos; el cuidado de los métodos de producción es la característica más notable de esta era. Se consideraron los métodos posibles para economizar, mediante la operación más eficiente de las fábricas. El viernes 25 de octubre de 1929 se desplomó la prosperidad industrial de los Estados Unidos y se inició la opresión mundial con la gran quiebra, en la India, Ghandi luchaba contra el colonialismo inglés; en 1929 la electrónica iniciaba su desarrollo, aparecen los primeros autobuses producidos en serie.

Quizaz el más discutido y comentado de los cambios sociales que han tenido lugar en el último medio siglo, sea la explosión demográfica, con sus enormes consecuencias en la economía, en la distribución del poder y en el planteamiento de necesidades urgentes, muchas de las cuales deben ser resueltas por la

Ingeniería.

La causa de este acelerado crecimiento se debe, no al incremento de las tasas de natalidad sino, a la disminución en las tasas de mortalidad, son los adelantos en la Medicina y la Ingeniería Sanitaria los que han prolongado la esperanza de vida, por lo que se refiere a los alimentos la Ingeniería respondió pues el reto planteado por la explosión demográfica habiendo nuevas áreas de cultivo incrementando importantemente la productividad de los recursos empleados en el sector agrícola, así como impulsando la producción masiva de fertilizantes.

Por otra parte, la Ingeniería se ha visto fuertemente presionada por la creciente demanda de vivienda y servicios ocasionada por el aumento de la población.

El problema, desde luego, no es exclusivamente de tecnología, Un gran número de variables de todo tipo, principalmente las de carácter socio-económico, deben tomarse en consideración.

El ingeniero ha realizado su esfuerzo en la solución del problema, creando nuevos materiales y mejorando los existentes, así como nuevas técnicas de procedimientos de construcción. Igualmente en estos cincuenta años, mucho ha hecho la Ingeniería para dar vestido a los hombre y mujeres del mundo.

En corto tiempo, la Ingeniería ha revolucionado los hábitos de limpieza y conservación de la ropa, permitiendo más versatilidad,

comodidad y economía en el vestir.

La Ingeniería se ha visto presionada a resolver problemas cada vez más complejos derivados de este proceso de urbanización, a fin de satisfacer necesidades crecientes de vivienda, transporte, abastecimiento de agua potable, tratamiento de desechos y especialmente, creación de centros de trabajo.

Los servicios de Ingeniería se prestan y se reciben a través de la organización, perdiéndose en buena medida la ventaja del contacto directo entre el Ingeniero y su "cliente".

El ingeniero ha tenido que adquirir otras herramientas relacionadas a las ciencias sociales ó al menos comprender el lenguaje de los sociólogos, los economistas y antropólogos, etc., para emprender con ellos la tarea de encontrar las respuestas más adecuadas a interrogantes decisivas:

¿Para quién?, ¿Con qué especificaciones?, ¿A qué costo?, etc.

La evolución social del último siglo se ha visto acentuada por la llamada "Revolución de Espectativas" de los grupos sociales, que en parte ha sido motivada por la proliferación de los medios, de comunicación masiva, cuya existencia a su vez debe al desarrollo tecnológico de la Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica.

Una de las aspiraciones mayores de los países, conociendo la

importancia de la tecnología como herramienta de negociación, es la de lograr la independencia tecnológica en cuantas áreas sea posible.

El tipo de problemas que el profesional debe resolver, varia sustancialmente con la posición relativa del país en que ejerce, de hecho el profesionista individual que caracterizaba al ejercicio del la Ingeniería en los años 30's en un marco exclusivamente de carácter técnico, paulatinamente ha cedido su lugar a un nuevo tipo de ingeniero con conciencia social. El ingeniero se enfrenta a la necesidad de conocer un complejo marco legal, que modula en cierta forma su trabajo, y que no existía o casi no existía en los años 30's.

Las facilidades en las comunicaciones han logrado una diseminación del conocimiento tecnológico.

Los conocimientos científicos han aumentado espectacularmente en los últimos años, a tal grado que se ha llegado a afirmar que el transcurso del presente siglo se han generado el 90% de los mismos.

Los descubrimientos científicos base de la tecnología, se han acelerado alcanzando en los últimos años un incremento notable. Por otro lado, el tiempo transcurrido entre el descubrimiento científico y su aplicación tecnológica, se ha ido reduciendo paulatinamente.

Existe un estudio de la Comisión Nacional de Tecnología, Automatización y Progreso Económico de los Estados Unidos, en el que se analizan 20 de las más importantes tecnologías generadas de 1880 a la fecha. Este análisis demuestra que antes de 1919 se requerían en promedio 37 años para realizar un cambio tecnológico (innovación fundamental), desde su etapa de demostración de factibilidad técnica, hasta su introducción sobre bases comerciales.

La rapidez en el descubrimiento científico, aunada a la disminución en el plazo de aplicación tecnológica en forma práctica, origina una modificación importante en los conocimientos del ingeniero.

Algunas cifras pueden ilustrar lo anterior se ha estimado que la "vida media", del conjunto de conocimientos que integran el curriculum del Ingeniero Civil, es de solo 9 años, mientras que la "vida media", de los conocimientos del Ingeniero Electrónico apenas es de 4.3 años a finales de los años 70's y tiene tendencia muy marcada a reducirse, en virtud de la mayor velocidad de los cambios tecnológicos en este campo.

La dinámica de la generación de tecnología y el avance de la ciencia, han ampliado las alternativas para la solución de los problemas.



#### 4.2.- ACONTECIMIENTOS IMPORTANTES DE 1930 A FINALES DE 1970

El 25 de octubre de 1929 se iniciaba en la Bolsa de Nueva York la gran crisis económica mundial, de todos los países fueron retirados los créditos americanos; como consecuencia se produjo un grave retroceso en la economía europea, particularmente la alemana. En diciembre de 1929, había registrados en Alemania millón y medio de parados; en enero de 1930 la cifra era de dos millones y medio y en febrero del mismo año era de tres millones y medio. En el año de 1932 se arrojaron al mar en Brasil miles de toneladas de café que no era vendible.

El día 30 de enero de 1933 Adolfo Hitler es nombrado canciller del Reich alemán; en octubre de 1935, se realiza la invasión de las tropas de Benito Mussolini a Abisinia; el 17 de julio de 1936, comienza la Guerra Civil Española; el 18 de marzo de 1938, el General Lazaro Cardenas, Presidente de México, expide el decreto de expropiación de las empresas petroleras extranjeras que operan en el país.

En marzo de 1939, termina la Guerra Civil Española, con la victoria del regimen franquista; lo más destacado de la intelectualiad española se va al exilio; escritores, profesores universitarios, poetas, artistas y destacadas personalidades de muchos diferentes campos entran a México como aislados políticos; muchos de ellos se incorporan a la Universidad Nacional Autonoma de México y otros forman institutos, academias y colegios que han

sido semillero de universitarios.

En septiembre de 1939, la invasión de Polonia por el ejército alemán, propicia la declaración de la Segunda Guerra Mundial, que fue la más destructora jamás sufrida por la humanidad; para el 9 de mayo de 1945 se firma el Reims la capitulación incondicional de Alemania y para el día 6 de agosto de 1945, un B-29 del ejército norteamericano arroja sobre Hiroshima la primera bomba atómica, para el 2 de septiembre de 1945 se firma la capitulación del Japón.

El 9 de agosto de 1952, el presidente Miguel Alemán inaugura la Ciudad Universitaria, mudándose las primeras escuelas en 1954; el cupó inicial fue calculado para 25,000 estudiantes habiendo llegado a concentrarse hasta cerca de 100,000.

El 27 de septiembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos lleva a cabo la nacionalización de la industria eléctrica, con la reforma del artículo 27 constitucional, estableciendo que corresponde a la nación generar, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica para prestación del servicio público.

El 2 de octubre de 1968 se dio por terminado el mayor conflicto entre el estudiantado del país y Gobierno de la República; el 21 de julio de 1969 salió de Cabo Kennedy el Apolo XI tripulado por el astronauta Armstrong y llegó a la luna

cuatro días después, se dió el acontecimiento de la conquista del espacio por el genero humano.

Durante la decada de los 70's fue la crisis mundial de energéticos agudizandose a finales de la decada en México, en el transcurso de 1973 a 1976 se dió el Bum petrolero haciendo crecer en forma desmedida la industria petrolera nacional sin una planeación controlada para un futuro.

Durante estos 50 años se ha presenciado una profunda y acelerada transformación científica y tecnológica. En 1930 a 1940 se desarrolla el radar, la cibernética y las computadoras electrónicas; aparece el naylón y muchas variedades de materiales plásticos de uso industrial, se desarrollan los aviones de propulsión a chorro.

De 1941 a 1950 se fabrica y hace explotar la primera bomba atómica, se controyen los primeros microscópios electrónicos y las primeras televisiones; se desarrollan rápidamente los controles industriales y surgen las primeras fábricas automáticas, se fabrican los primeros transistores.

De 1951 a 1960 se descubre el rayo-laser, se construyen las primeras plantas nucleoelectricas, se fabrica y se hace explotar la primera bomba de hidrógeno; comienza la era espacial al lanzarse al espacio exterior el primer satélite artificial, el Sputnik.

En años posteriores y hasta finales de los años 70.s se desarrolló en forma extraordinaria la física del estado sólido, las grandes computadoras, los circuitos impresos, las minicomputadoras y los microprocesadores, dando nacimiento junto con otros importantes desarrollos tecnológicos, los grandes sistemas de comunicación e información mundiales, enlazados por microondas y satélites artificiales, que a su vez han posibilitado la creación de grandes bancos de información a nivel mundial.

Al mismo tiempo se vió transformarse aceleradamente los sistemas de transporte con el complejo establecimiento de redes de transporte marítimo, terretre y aéreo además del surgimiento de los vuelos aéreos supersonicos a nivel mundial.

Todos los grandes descubrimientos científicos de nuestro tiempo y las grandes creaciones tecnológicas que estos descubrimiento han determinado, se han combinado en varias e ingeniosas aplicaciones que surgen cada día, transformando permanentemente nuestro modo de vida. Al mismo tiempo esta época se ha caracterizado por la concentración tremenda del poder económico y político en las manos de las grandes empresas trasnacionales que monopolizan sectores vitales de capital y tecnología.

Para México estos cincuenta años han representado una gran transformación en todos los órdenes, destacando, entre otros aspectos, la mayor intervención del estado en la planeación y orientación del desarrollo económico y su tranformación en un

importante factor productivo directo, a través de las grandes empresas descentralizadas y de participación estatal.

Al mismo tiempo hemos presenciado el desarrollo acelerado de la industria azucarera, la cervecera, la textil, la del cemento, la química, la metalmecánica y la industria automotriz. En esta época hemos visto surgir numerosas fábricas pequeñas, medianas y la transformación de muchas de estas en grandes emporios de la economía nacional.

#### 4.3.- LA INGENIERIA EN MEXICO (INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA)

La Revolución Industrial iniciada en el viejo continente alcanza a tierras americanas y el gobierno mexicano construye ferrocarriles, puertos y presas de gran envergadura. Son de este período y principios del presente siglo, el sistema ferroviario, los puertos de Veracruz, Coatzacoalcos y Salina cruz, el sistema hidroeléctrico de Necaxa y la presa Boquilla.

La característica de esta fase del desarrollo tecnológico del país, es la casi total dependencia de técnicas y metodologías extranjeras, con una participación profusa de la mano de obra nacional. El descubrimiento y explotación del petróleo concesionado a compañías foraneas constituye el antecedente de una de las industrias importantes, la cual ocasionó cambios en muchos aspectos de la Ingeniería Térmica y Mecánica; las necesidades del país durante el período 1928-1978 han impulsado a la Ingeniería Civil en forma preferente ya que se pueden importar máquinas y tecnología, pero no es posible comprar en el extranjero una presa o un camino.

La Ingeniería electro-mecánica; la actividad que desarrolla esta rama de la Ingeniería, salvo en contadas excepciones, se desenvuelve a expensas de tecnologías foraneas. Un ejemplo de lo anterior es el diseño de sistemas eléctricos de potencia. La capacidad necesaria para atacar estos problemas se ha desarrollado adecuadamente en la Comisión Federal de Electricidad y la Compañía

de Luz y Fuerza del Centro.

En 1929, al comenzar el período de estudio, México estaba apenas saliendo de la etapa violenta revolucionaria; el General Alvaro Obregón, presidente electo, fue asesinado el día 17 de julio de 1928, en lo técnico, México iniciaba el proceso acelerado de construcción de su infraestructura como se ha mencionado anteriormente.

Al comenzar esta época, el desarrollo de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica era totalmente independiente, en este campo, el desarrollo industrial inicial de México se realizaba con empresas que traían o contrataban Ingenieros y técnicos extranjeros. La población estudiantil de la carrera era mínima. En el año de 1930 se inscribieron a la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista un total de 6 alumnos.

Al rededor del año de 1929 una de las pocas fuentes de trabajo era la Comisión Nacional Agraria en que los egresados se iban a trabajar de topógrafos, ya que en la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista en aquel tiempo se estudiaba topografía, dibujo topográfico y prácticas de topografía.

Sin embargo alrededor del año de 1930, la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, S.A. empezó a contratar jovenes ingenieros mexicanos que habían hecho sus estudios en los Estados Unidos de Norteamérica; posteriormente empezaron a ingresar a la Compañía de

Luz ingenieros egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros.

Además en los últimos años un cierto número de Ingenieros Mecánicos Electricistas universitarios, principalmente del área de Ingeniería Industrial han ingresado al sector público, tanto a Secretarías de Estado como a diversas empresas descentralizadas, para realizar labores técnico-administrativos a diversos niveles.

Dada, por una parte, la rápida evolución científica y tecnológica característica de nuestra época, y por otra parte el estado actual del desarrollo industrial de México, se consideraba conveniente proporcionar al futuro Ingeniero Mecánico Electricista, además de una formación básica en ciencia pura, una información amplia en ciencia aplicada que le permitiera en su vida profesional, optar entre varios campos de especialización y de trabajo, sin verse limitado en una formación fundamental demasiado estrecha. Pero al mismo tiempo que debía darse al estudiante, en la última parte de la carrera, la posibilidad de profundizar en alguna de las áreas del conocimiento que esta comprendiera, de acuerdo con sus inclinaciones y proyectos futuros; este cambio radical se dio para el año de 1968 con un nuevo plan de estudios, se integró un grupo central de asignaturas que debieran de cursar todos los estudiantes de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista además de un grupo de materias optativas, agrupadas por secciones. Se definieron las siguientes áreas del conocimiento dentro de la carrera:



Ingeniería Mecánica.

Ingeniería de Fluidos y Térmica.

Ingeniería Industrial.

Ingeniería Eléctrica.

Ingeniería de Control y Electrónica.

A partir de 1972, los planes de estudio empezaron a tener revisiones con mayor continuidad que en tiempos anteriores, esto es por el acelerado crecimiento de la tecnología a nivel mundial, obligando a los Ingenieros Mecánicos Electricistas a actualizarse para poder satisfacer las necesidades cada vez mayores del país para modernizarse y así poder enfrentar un futuro cada vez demandante.

Para el año de 1979 por el Cincuentenario de la Autonomía Universitaria se llevaron a cabo grandes cambios dentro de la Univeridad Nacional Autonoma de México, uno de ellos, dentro de la Facultad de Ingeniería se actualizaron los planes de estudio a nivel general de todas las ingenierias.

#### 4.4.-DESARROLLOS SIGNIFICATIVOS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL DE LOS 30'S A LOS 70'S.

Desde mediados del siglo XX, la Ingeniería Industrial ha experimentado diversos cambios importantes. Tanto su ámbito como la metodología seguida por quienes ejercen han cambiado en proporción poco usual incluso en una época en que el cambio rápido es cosa común. Las nuevas y mayores necesidades del público y las organizaciones privadas, así como la disponibilidad de nuevas herramientas y especialidades, implican exigencias y oportunidades nuevas para los Ingenieros Industriales. En el tiempo transcurrido de 1950, el área ha sido probablemente la que más ha crecido entre las otras de la ingenierías.

Antes de mediados de la década de los 50, los Ingenieros Industriales se ocupaban primordialmente de las interacciones humanas en el diseño de fábricas, instalaciones de construcción, métodos de costos en control de calidad, control de la producción, procesamiento y manejo de materiales de operaciones de fabricación asociadas para producir bienes o servicios. Históricamente, el diseño de ciertos subsistemas tales como los centros individuales de trabajo y los centros de producción era también una parte importante de la tarea del Ingeniero Industrial. Los procedimientos de diseño en boga por entonces eran de carácter cualitativo más que cuantitativo, se confiaba mucho en la evidencia empírica para determinar lo que serviría para lograr un cierto resultado.

La década de los 50 presencié una total reorientación del campo de la Ingeniería Industrial. A medida que se dispuso de nuevas técnicas matemáticas y estadísticas, el punto de interés se desplazó de los métodos cualitativos hacia una mayor confianza, énfasis e investigación de métodos más cuantitativos para resolver los problemas. La computadora digital de alta velocidad y programa almacenado se convirtió en un instrumento indispensable del Ingeniero Industrial. Desde luego el mayor interés por la ciencia básica y el paso de los métodos empíricos a los métodos analíticos más cuantitativos, no fue un fenómeno exclusivo de la Ingeniería Industrial; pero es probable que los cambios hayan sido más drásticos en esta área, ya que la Ingeniería Industrial surgió a partir de la Segunda Guerra Mundial siendo quizá el menos cuantitativamente orientado de todos los campos de la Ingeniería.

Se ha producido otro cambio de importancia igual en el tipo de proyectos en los cuales trabajan los Ingenieros Industriales. Antes de 1950, casi toda la Ingeniería Industrial se manifestaba en la fase de fabricación de las industrias productoras de bienes mecánicos. La expansión del campo las sugieren los muchos nuevos títulos que se usan en lugar de la simple asignación de Ingeniería Industrial. En la actualidad, hay áreas tales como investigación de operaciones, ingeniería de fabricación, producción o automatización y hasta humana. Hay ingenieros de sistemas, ingenieros de administración ó administrativos ingenieros de operaciones, se les encuentran en las áreas de transporte, distribución, logística, análisis de sistemas relativamente

pequeños, pero los estudios actuales se ocupan más de los macro sistemas a quienes ingresan a la profesión se inclinan en esta dirección. Los adelantos tecnológicos, junto con el anterior trabajo exitoso de los Ingenieros Industriales, han hecho disminuir la necesidad de la mano de obra directa y el interés ha dejado de concentrarse en el diseño del lugar de trabajo individual y en la medición de las actividades que en él se realizan. Lo que es más importante, hay métodos disponibles que hacen posible el diseño y el análisis racional de sistemas más grandes. Ha surgido una nueva área de la investigación de operaciones o análisis de operaciones, basada en muchas técnicas matemáticas nuevas y en la posibilidad de proporcionar maneras sistemáticas de manejar las operaciones complejas de la industria, el gobierno y las empresas de servicios.

Durante largo tiempo, a diferencia de otras áreas de la Ingeniería, la Industrial padeció por el estado relativamente sin desarrollo de las ciencias en las cuales estaba basada, en efecto, no existía simplemente una ciencia dominante en la cual pudiera fundamentarse la Ingeniería Industrial. Como consecuencia se produjo una nueva fragmentación del esfuerzo en cuanto a llevar el estudio al campo de aplicación y en cuanto a poner la información en manos de las personas que figuraban en la industria y estaban en la mejor situación para dar los a conceptos un uso inmediato. Aunque esto no podría ser otra simplificación algo excesiva es cierto que las industrias se apoyaban en las actividades de investigación aplicada de operaciones y disfrutaban

de los beneficios de las nuevas tecnologías al mismo tiempo, algunas organizaciones se mostraban reacias en recoger los métodos más nuevos y avanzados.

Para la década de los sesentas, sin embargo gran parte de esa apatía o renuencia a explorar lo nuevo se había dissipado y algunas metodologías relacionadas con la investigación de operaciones pasaron a ser un procedimiento mucho más común de los Ingenieros Industriales. En los programas donde figuraban más las matemáticas y el enfoque del análisis y diseño de sistemas industriales (y no industriales) comenzó a cambiar. Fueron aceptados los conceptos del diseño, análisis, descripción y síntesis de las operaciones construyendo y manipulando un modelo matemático adecuado del sistema.

Con los adelantos logrados en las distintas áreas de las matemáticas, los Ingenieros Industriales de los setentas pudieron aplicar la programación matemática para el estudio de problemas de optimización y la probabilidad para el estudio de los problemas donde hay incertidumbre, y la estadística para el análisis y pronóstico basados en el análisis de datos, surgió toda una nueva época y muchos de los enfoques clásicos de los problemas de Ingeniería Industrial eran sustituidos por nuevos métodos, los viejos empiricismos eran reemplazados por lo que ha descrito como ciencia de las operaciones, fincada en buena parte en la evolución de las matemáticas.

## CAPITULO V

## V.- INGENIERIA INDUSTRIAL DECADA DE LOS 80'S Y 90'S

### 5.1.-TECNICAS Y APLICACIONES DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Fue la década de los cincuenta cuando tal vez se haya tenido el mayor interés de una Ingeniería Industrial y se ha dado el paso más largo en el establecimiento de una base científica más completa sobre la cual pudiera descansar esta disciplina. En las décadas de los sesenta y los setentas se amplió la base de conocimientos y es ahora en los ochentas y noventas en que el campo de la Ingeniería Industrial tiene una base matemática firme, la cual permitirá un conocimiento mayor y mejor de los modelos matemáticos.

A partir de tales sucesos el Ingeniero Industrial cuenta con instrumentos más refinados para analizar sus problemas y diseñar sistemas nuevos y mejorados. En el proceso, sin embargo, ha tenido que especializarse más que nunca y la Ingeniería Industrial se está descomponiendo en subespecialidades, como ocurrió en la Ingeniería Mecánica en la primera mitad del siglo XX cuando la Industrial era una prolongación de aquella.

Las principales de técnicas que se han desarrollado en la escuela cuantitativa para el desarrollo de la Ingeniería Industrial son las siguientes:

1.-Teoría de decisiones (incluyendo teoría de la organización, teoría del aprendizaje, cibernética y su optimización).

-Contribuidores:

R. M. Thrall, W. Eduuars, C. I. Barnard,  
C. Hitch, K. J. Arrow, C. W. Churchman,  
H. A. Simón, N. Wiener.

-Area de aplicación:

Determinación de los objetivos de la empresa, evaluación de conflictos e interacciones de grupos, estimaciones de realización de trabajos, análisis organizado.

2.-Diseño experimental.

-Contribuidores:

R. A. Fisher, W. G. Cochran, G. M. Cox,  
M. G. Kendall.

-Area de aplicación:

La aplicación de las técnicas de diseño experimental son básicas para la construcción de cualquier modelo predictivo.

3.-Teoría de juegos.

-Contribuidores:

J. von Neumann, O. Morgenstern, M. Shubik.

-Areas de aplicación:

Tiempo y precios en un mercado competitivo, estrategia militar.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



#### 4.-Control de inventarios.

-Contribuidores:

F. W. Harris, T. W. Whitin, J. F. Magee,  
K. J. Arrow, T. Harris, J. Marschak.

-Áreas de aplicación:

Tamaño del lote económico y control de inventarios.

#### 5.-Teoría de información.

-Contribuidores:

C. Shannon, S. Goldman, W. Weaver.

-Áreas de aplicación:

Diseños de sistemas de procesamiento de datos, análisis organizado, efectividad de la publicidad en investigación de mercados.

#### 6.-Programación lineal.

-Contribuidores:

L. V. Kantorovich, T. C. Koopmans, W.  
Leontieff, G. B. Dantzig, R. Dorfman, P. A.  
Samuelson.

-Áreas de aplicación:

Distribución de equipo y personal, programación, análisis de insumo-producto, rutas de transporte, mezcla de productos, procesos de asignación.

## 7.-Teoría de probabilidades.

## -Contribuidores:

R. A. Fisher, T. C. Fry, W. Feller, H. Cramer.

## -Area de aplicación:

La teoría de probabilidad entra casi en todas las áreas de aplicación.

## 8.-Teoría de colas.

## -Contribuidores:

A. K. Erlang, L. C. Edie, P. M. Morse, M. G. Kendall.

## -Area de aplicación:

Control de inventarios, control de tráfico, sistemas telefónicos, horarios para recibir pacientes en los hospitales, comunicaciones por radio, etc.

## 9.-Teoría de reemplazos.

## -Contribuidores:

G. Terborgh, J. Dean.

## -Area de aplicación:

Reemplazo de equipo por fallas o deterioro.

## 10.-Teoría de muestreo.

## -Contribuidores:

W. E. Deming, H. F. Dodge, H. G. Roming.

## -Area de aplicación:

Control de calidad, contabilidad y auditoria simplificada,

investigaciones de mercados sobre consumidores y preferencias por productos.

#### 11.-Teoría de simulación

-Contribuidores:

C. J. Thomas, W. L. Deemer, R. E. Zimmerman,  
N. H. Jennings.

-Area de aplicación:

Evaluación de confiabilidad de sistemas, estudios de logística en sistemas, control de inventarios y requisitos de mano de obra.

#### 12.-Teoría de las decisiones estadísticas.

-Contribuidores:

A. Wald, E. C. Molina, D. L. Davies, W. A.  
Shewhart, R. Schlaifer

-Area de aplicación:

Estimación de parámetros en modelos probabilísticos.

#### 13.-Lógica Simbólica

-Contribuidores:

G. Boole, A. N. Whitehead, B. Russell, P. F.  
Strawson, W. E. Cushen.

-Area de aplicación:

Diseños de circuitos, inferencia legal, por ejemplo revisar la consistencia en un contrato.

Actualmente las áreas de la Ingeniería Industrial más importantes son:

- a) Ingeniería de Métodos.
- b) Diseño de la Organización de las tareas.
- c) Medición del rendimiento y control de la operación.
- d) Evaluación, estimación y manejo de los recursos humanos.
- e) Factores ergonómicos y humanos.
- f) Manufactura (Automatización y Robótica).
- g) Calidad.
- h) Ingeniería económica.
- i) Diseño de instalaciones.
- j) Planeación y control de la producción.
- k) Computadoras y sistemas de procesamiento de información.
- l) Metodologías cuantitativas.
- m) Optimización en la Ingeniería Industrial.
- n) Procesos industriales.

La Ingeniería Industrial actualmente está convencida de que cualquier fase de la organización, diseño, planeación y toma de decisiones pueden ser expresadas en términos cuantitativos para un análisis más exacto.

## 5.2.-FUNCIÓN SOCIAL DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN MÉXICO.

Tiene como función social incrementar la productividad con objeto de generar bienestar tanto para los trabajadores, técnicos, administradores, almacenistas, gobierno y consumidor, y elevar así, la calidad de vida en nuestro país.

El universo conceptual de Ingeniero Industrial se observa en que la productividad es quizá el único concepto que las teorías económicas aceptan y aplican en forma similar.

En primera instancia un concepto de Ingeniería Industrial diría que es la disciplina que se encarga del diseño, mejora, e instalación de sistemas que integran al hombre, materiales, maquinaria, equipo, información, energía y recursos económicos.

El profesionista de la Ingeniería Industrial que se vale de los conocimientos especializados de la propia ingeniería, de la física, química y de las ciencias económicas y sociales además de las ciencias matemático computacionales, las cuales, junto con los principios y métodos de análisis, síntesis y diseño le permiten predecir, especificar y evaluar los resultados que se obtienen de tales sistemas; todo ello encaminado a lograr beneficios para la sociedad.

En un principio, el propósito de la Ingeniería Industrial fue primordialmente el aumento de la eficiencia del trabajador por medio de la aparición de algunos principios técnicos y cierta

habilidad par organizar, además el empleo del sistema de incentivos para la producción.

Actualmente, la Ingeniería Industrial es un conjunto de ciencias y técnicas en pleno desarrollo, que han surgido de la idea concebida de la idea por Taylor de aplicar los principios de las ciencias físicas a la administración industrial.

El objetivo inmediato, es el aumento de la productividad industrial y administrativa, y por medio del mismo mejorar los ingresos del trabajador y reducir los costos, fomentando así el auge económico de la empresa.

Su objetivo futuro es el aumento progresivo la capacidad productiva de la nación, logrando por este medio su autosufucencia económica y tecnológica, dentro de la estrecha interdependencia actual de todos los pueblos.

Tomando en cuenta que la problematica de nuestro país no es de caracter exclusivamente técnico, sino que esta debe ser vista con un sentido social, económico, político y cultura, debemos tener presente que algunos exitos de la Ingeniería Industrial en otros países no pueden ni deben ser traspantados a México, donde las ideas, la realidad social, el desarrollo y la idiosincracia de los pueblos son diferentes. Es por ello que los Ingenieros Industriales mexicanos debemos crear nuestros propios métodos de

trabajo aplicables a una realidad social y acorde con los recursos y necesidades del país.

En economías como la nuestra, donde la fuerza de trabajo es abundante y el capital es escaso, es necesario replantear los objetivos que ha tenido la Ingeniería Industrial en su desarrollo.

Nuestro punto de partida es el estudio de los problemas de desarrollo de la industria además de los aspectos económicos que inciden determinadamente sobre esta, y en base a estos dos aspectos establecer las perspectivas a un futuro de la Ingeniería Industrial en México.

En las últimas cuatro décadas, en nuestro país se presentan particularidades que podemos resumir en lo siguiente:

- El motor de la economía ha sido la industria (creció a tasas superiores a la P.I.B.), y esta se ha financiado con los recursos generados por el sector primario, luego con divisas del turismo y más adelante con créditos externos y las exportaciones petroleras.
- La industria operó bajo una protección excesiva e indiscriminada ajena al comportamiento del comercio internacional.
- La industria manufacturera en el periodo 1977-1981 solo alcanzó a financiar con sus exportaciones el 25% de sus importaciones siendo un imperativo su autosuficiencia.

- La industria paraestatal crece indiscriminadamente y se le usa para apoyar objetivos de otra naturaleza política y social.
- Se sostiene artificialmente el tipo de cambio lo que obliga a devaluaciones que impactaron finalmente a nuestro país.
- Falta de una cultura y una práctica tecnológica , una industria acostumbrada a comprar tecnología sin un esfuerzo de asimilación consecuente y esfuerzos aislados y desvinculados entre esta y los centros de desarrollo tecnológico.
- El balance del proceso de industrialización concluye en una industria tardía y trunca, en algunos sectores modernos, pero también incompleta y desarticulada; dependiendo en siempre en alguna medida del exterior.



Hoy, enfrentamos la carencia de recursos para financiar la adaptación y modernización de la planta industrial y el fuerte proceso inflacionario expresado en un elevado ritmo de crecimiento de precios y altos costo financieros.

Mucho se ha hablado en los últimos años sobre el concepto de reconversión industrial e indudablemente este concepto, como tal, ha generado confusiones en muchos de los analistas y empresarios que de alguna manera han considerado necesario el replantearse la situación de su empresa o del área de su responsabilidad.

La reconversión no solamente ha sido de la planta productiva sino también al empleo, adecuación y asimilación de diversos aspectos que influyen en la producción; es decir el industrial debe "abrirse" a nuevas técnicas de organización administrativa, renovadas formas de manejo de materiales, un control más eficiente de la productividad y alcanzar una excelente calidad.

Todos sabemos que en un periodo relativamente breve el país y su industria deberán prepararse para hacer frente a la competencia extranjera de productos y servicios, la adhesión de México al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), firmado el 25 de julio de 1986 y que entró en vigor 30 días después, obliga a nuestro país a acatar sus códigos de conducta y acuerdos. Entre estos códigos tiene especial importancia para México, en virtud de la etapa de desarrollo e industrialización en que se encuentra, el código de subsidios y derechos compensatorios, y el de compras del

sector público.

Se considera que con la apertura comercial en México "se abre una gran oportunidad" para la industria, y se cuenta con el apoyo de organismos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI), recursos del banco mundial; así como organismos nacionales, como la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, entre otros.

México, al tener nuevas posibilidades hacia un mercado abierto con créditos e industrialización se empiezan a tener pláticas de una apertura comercial sin fronteras ante los países del Norte de América (E.U.A. y Canada), buscando prepararse ante los retos y cambios comerciales a nivel internacional que presentaba el Mercomun europeo, además de la unión de los países de la Cuenca del Pacífico. Los resultados obtenidos de dichas pláticas dieron origen al Tratado de Libre Comercio (TLC) o comumente llamado Tratado Trilateral de Libre Comercio, este fué creado entre el cambio de presidencias (De la Madrid y Salinas de Gortari).

Dentro de este contexto, el Ingeniero Industrial es demandado por la sociedad como un integrador de recursos humanos, materiales y económicos en los sistemas de actividad humana, para lograr en estos el incremento de la productividad que permitirá generar un beneficio social compartido y coadyuvar en la solución de problemas del contexto nacional, tales como:

- Lograr un desarrollo industrial y de servicios productivos que generen fuentes de trabajo, mejores productos y servicios de calidad.
- Disminuir la dependencia tecnológica desarrollando métodos, procesos, productos, servicios y sistemas industriales en forma productiva y competitiva en los mercados internacionales que permitan disminuir la importación y el pago de regalías que tienen un costo económico y social elevado y que ayuden a mejorar nuestra balanza de pagos.
- Desarrollar productos, servicios, sistemas, procesos y métodos de trabajo de calidad que sean acorde con nuestra realidad social y la adecuada utilización de nuestros recursos; contribuyendo a desarrollar industrias, productos y servicios propios que puedan ser competitivos en los mercados internacionales en productividad, calidad y servicio.

A lo largo de la historia, el Ingeniero Industrial a desarrollado una serie de cambios en sus funciones, y para contribuir en la solución de los problemas que actualmente afectan y afectaran al país, deberá seguir modificandolas, adaptandose a las necesidades y problemáticas que se le presenten.

Tomando como base la situación actual del país y la experiencia de los industriales, se ha elaborado una proyección de futuras actividades para el Ingeniero Industrial.

### 5.3.- EL PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL Y CARACTERISTICAS GENERALES QUE DESARROLLA.

Para crear la fundamentación sólida de la carrera de Ingeniería Industrial, es necesario establecer las metas y objetivos que se desea que el alumno alcance al término de la misma, para esto es necesario elaborar un perfil donde se contemplen las habilidades y conocimientos que deberá poseer al término de la carrera.

Es esencial que en la curricula de la carrera de Ingeniería Industrial se incluyan no solo los aspectos de tipo cognoscitivo, como son los conocimientos y las habilidades; sino también los del dominio afectivo, como son los intereses, los valores y sobre todo las actitudes, ya que estos últimos impactan en el aprendizaje del alumno y en la práctica profesional del futuro egresado de Ingeniería Industrial, así este egresado tendría:

- Conocimientos básicos de carácter informativo.
- Conocimientos de tipo formativo.
- Amplio sentido de la necesidad de actualizar y profundizar sus conocimientos.
- Adaptación a los cambios que se le presenten durante el ejercicio de su profesión.
- Sentido crítico y de servicio social.
- Conciencia de las implicaciones que puedan presentarse como consecuencia de las decisiones que tome al realizar sus actividades profesionales.

- Sentido de eficiencia y aprovechamiento óptimo de los recursos.
- Presentar actitudes positivas y objetivas hacia todas las situaciones.

En lo que se refiere a conocimientos y habilidades los Ingenieros Industriales deberán estar capacitados para realizar con éxito la planeación, programación y control de proyectos además de elaboración de estudios y metodologías capaces de solucionar los problemas del país. El Ingeniero Industrial debe estar preparado para el análisis de los sistemas además del diseño e implantación de los mismos en sus cuatro fases:

- Planeación.
- Ejecución/Seguimiento.
- Reporte.
- Evaluación.

Para globalizar las actividades anteriormente mencionadas se dividirán en seis áreas:

- 1.- AREA PRODUCTORA DE BIENES Y SERVICIOS.
- 2.- AREA DE DIRECCION.
- 3.- AREA DE ESTRUCTURA HUMANA.
- 4.- AREA DE ESTRUCTURA FINANCIERA.
- 5.- AREA DE ESTRUCTURA DE MERCADO.
- 6.- AREA DE SISTEMAS DE PRODUCCION Y SERVICIOS.

El objetivo del Ingeniero Industrial es promover la capacitación para la planeación, organización, diseño, desarrollo, instalación y control de sistemas productivos, así como establecer métodos y procesos eficientes, aumentando la productividad de los materiales, de la mano de obra, de los equipo y de las instalaciones, utilizando diversas herramientas de tipo matemático, físico, químico, computacional y social, y con una formación mecánica, eléctrica y apoyado en técnicas de producción, administración, investigación de operaciones, económicas y financieras.

Las actividades que desarrolla el Ingeniero Industrial son principalmente las siguientes:

- Selección de procesos, métodos de ensamble, herramientas y equipo.
- Diseño de distribución de planta, maquinaria y equipo; manejo de materiales y equipo; inventario de materias primas y productos.
- Desarrollo de sistemas de control de costos, control de presupuestos y análisis de costos.
- Diseño, mejoramiento y sistemas para la distribución de mercancías y servicios, producción, inventarios, calidad, matenimiento y adistramiento del personal.
- Establecimiento y desarrollo de sistemas de salarios e incentivos, sistemas de evaluación y medición del trabajo.
- Localización de plantas.

- Aumento de la productividad.
- Evaluación de proyectos.
- Planeación y control de la producción.
- Control de inventarios.
- Seguridad.

Las áreas de trabajo de un Ingeniero Industrial son:

- Diseño de productos.
- Diseño herramental.
- Procesos industriales
- Relaciones industriales y adiestramiento de personal.
- Seguridad industrial.
- Automatización y Robotica.
- Mantenimiento.
- Procesamiento de información.
- Diseño y construcción de plantas.
- Control de costos y administración de salarios e incentivos.
- Control de producción y calidad.
- Medida del trabajo.
- Análisis de mercados.
- Control de inventarios y manejo de materiales.
- Ingeniería de métodos.

Donde el campo de acción del ingeniero en el campo es:

- Todo tipo de industria manufacturera.
- Todo tipo de industria de proceso.
- Fábricas de maquinaria en general, de automoviles, de elementos mecánicos, etc.
- Plantas químicas.
- Industrias de energeticos y extractivas.
- Compañías de transporte.
- Consultorias de ingeniería.
- Centros de investigación y docencia.
- Empresas comerciales, constructoras y mineras.
- Compañías de seguros, sistemas bancarios y casas de bolsa.
- Hospitales.

El Ingeniero Industrial tiene conciencia de los problemas nacionales, teniendo la participación profesional en la solución de estos, buscando la actualización y profundización sistemática de sus conocimientos para que através de su educación permanente preste un mejor servicio a la sociedad.



## CAPITULO VI

## VI.-PERPECTIVAS HACIA UN FUTURO.

La imagen de la Ingeniería Industrial se ha fortalecido; la flexibilidad y adaptabilidad de los ingenieros se considera una ventaja relevante; por otra parte no existen en general capacidades de innovación, de desarrollo de nuevas metodologías propias ni se ha logrado genera dentro de esta profesión el liderazgo en el movimiento hacia la calidad de productividad, almenos no en forma explícita.

### FORTALEZAS:

EDUCACION	*OPCIONES: Muchas universidades imparten la carrera.
IMAGEN*	*En muchas empresas se considera imprescindible.
MERCADO DE TRABAJO	*Muy amplio *Adaptabilidad a diversas funciones. *Posibilidad de acceder a puestos directivos.

		<b>FORTALEZAS</b>		<b>DEBILIDADES</b>	
		<b>ESTRUCTURALES</b>	<b>FUNCIONALES</b>	<b>ESTRUCTURALES</b>	<b>FUNCIONALES</b>
<b>S U N T A N O T I V A S</b>	<b>CONCEPTUALIZACION DE PRINCIPIOS BASICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Infraestructura para I y D en petróleo (IMP), agronomía, electricidad (IE), hidráulica (II), civil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tecnología minera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Insuficiente infraestructura para I y D en algunas áreas (por ejemplo: naval, aeronáutica, textil, alimentos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No hay sistemas que integren el esfuerzo de I y D</li> <li>* Los esfuerzos no corresponden a necesidades reales</li> <li>* Mal aprovechamiento de la Infraestructura de I y D</li> <li>* Desvinculación oferta-demanda</li> <li>* Descontinuidad de políticas y seguimiento de planes</li> </ul>
	<b>APLICACION DE PRINCIPIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Firmas de Ingeniería (civil, química, minería, petróleo)</li> <li>* Capacidad de diseño para subsuelos inestables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacidad de adaptación de tecnologías extranjeras a condiciones locales</li> <li>* Generación de energía geotérmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reducida capacidad de innovación y diseño en general</li> <li>* No existe el hábito de documentar la tecnología en forma de paquetes tecnológicos útiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Dificultad para integrar equipos multidisciplinarios</li> <li>* En general, baja capacidad para el diseño de nuevos productos</li> <li>* No se capitalizan experiencias</li> </ul>
	<b>OPERACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacidad de operación de plantas químicas/petroquímicas</li> <li>* Capacidad de diseño y construcción de obras de infraestructura (túneles, presas, puentes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Operación de planta</li> <li>* Capacidad de adaptación y mejora a procesos de manufactura</li> <li>* Eficiencia en la operación de procesos textiles</li> <li>* Explotación minera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No hay asimilación formal de tecnología (no se documenta)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No se capitalizan experiencias</li> </ul>

		<b>FORTALEZAS</b>		<b>DEBILIDADES</b>	
		<b>ESTRUCTURALES</b>	<b>FUNCIONALES</b>	<b>ESTRUCTURALES</b>	<b>FUNCIONALES</b>
<b>C O M P L E T U N C I O N E S T A S</b>	<b>ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacidad Instalada (en términos cuantitativos)</li> <li>* En México se ofrecen prácticamente todas las carreras y especialidades</li> <li>* Existen muchas escuelas (216) que imparten ingeniería y están distribuidas en casi todo el país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Abundancia de vocaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Debilidad en materias básicas (física, química y matemáticas)</li> <li>* No existe un sistema adecuado de normalización/acreditación</li> <li>* Insuficientes vocaciones para la docencia (en tiempo parcial y tiempo completo)</li> <li>* Deficiencias en equipo para docencia (laboratorios, plantas piloto y sistemas de cómputo, apoyos, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Desvinculación entre "oferta" y "demanda" de ingenieros</li> <li>* Faltan mecanismos de normalización</li> <li>* Deficientes/escasas prácticas en la industria</li> <li>* Escasez de postgrados técnicos</li> <li>* Los planes de estudio no incorporan los puntos de vista de la industria</li> <li>* No hay una exigencia de certificación (exigencia de calidad)</li> <li>* Mínima oferta de educación continua</li> </ul>
	<b>ADMON DE LA INGENIERIA</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de capacidad de gestión tecnológica (en general)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Escasez de administradores competentes en ingeniería y tecnología</li> </ul>

		<u>FORTALEZAS</u>		<u>DEBILIDADES</u>	
		<u>ESTRUCTURALES</u>	<u>FUNCIONALES</u>	<u>ESTRUCTURALES</u>	<u>FUNCIONALES</u>
AG E N E R E R A L E S	<b>FORMACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Amplio espectro de conocimientos</li> <li>* La formación no está sobre-especializada</li> <li>* Sentido práctico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El ingeniero mexicano es versátil</li> <li>* Sentido práctico</li> <li>* Satisfacción por la profesión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Parcialidad de visión</li> <li>* Énfasis extremado en pensamiento concreto</li> <li>* Tendencia al reduccionismo más que al integracionismo</li> <li>* Capacidades de comunicación oral y escrita poco desarrolladas</li> <li>* No se desarrolla el hábito de buscar y aprovechar la información existente</li> <li>* Escasa formación social, económica y ecológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Actualización</li> <li>* El ingeniero suele descuidar aspectos macroeconómicos y sociales en la solución de problemas técnicos</li> </ul>
	<b>INTERRELACIONES</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta reconocimiento social</li> <li>* Malos promotores de sí mismos y de la profesión</li> <li>* Dificultades para el trabajo en equipo y para las relaciones interdisciplinarias (no es específico de la Ingeniería)</li> <li>* Deficientes canales de comunicación en la sociedad en general</li> <li>* Débiles relaciones internacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Baja influencia en la toma de importantes decisiones (estratégicas)</li> <li>* Desvinculación universitaria - industria - profesión de la Ingeniería</li> </ul>

**DEBILIDADES:****INVESTIGACION**

**Y DESARROLLO:** \*Escaso o nulo desarrollo de metodologías mexicanas.

**LIDERAZGO**

**VISION:** \*No se ha desarrollado un liderazgo (explícito) en el movimiento hacia la productividad y calidad.

**FORMACION:** \*Muy heterogénea dada la diversidad de escuelas.

## 6.1.- PERFIL DE LA INGENIERIA A NIVEL GLOBAL.

### - INVESTIGACION Y DESARROLLO.

La relación entre la investigación y desarrollo y la Ingeniería podrían resultar por demás evidente; no obstante vale la pena recalcar algunos puntos importantes:

- \* El desarrollo tecnológico ha sido el principal factor que ha contribuido al bienestar de la sociedad.
- \* El desarrollo tecnológico ha ocasionado trastornos al ecosistema.
- \* Es precisamente el ingeniero quien conduce el desarrollo tecnológico como interfase entre la ciencia y las necesidades reales de la sociedad.

De manera que algunas de las funciones sustantivas de la ingeniería están entrelazadas con las actividades de investigación y desarrollo.

### - ANALISIS DE FUERZAS Y DEBILIDADES DE LA INGENIERIA EN MEXICO.

Este es un análisis introspectivo cuyo objetivo es la identificación y/o concientización de los aspectos en los que la ingeniería mexicana destaca positiva o negativamente, a fin de poder aprovechar aquéllos y tratar de corregir estos últimos.

El análisis fue hecho dentro de las diferentes comisiones de especialidad para cada una de las principales ramas de la

ingeniería; posteriormente se consolidaron los resultados buscando los factores comunes y enmarcando estos resultados en un esquema temático. Cabe insistir en que el objetivo de este análisis es presentar un panorama general de ingeniería mexicana; por su puesto siempre habrá excepciones y casos particulares que se distingan de la situación general.

Las fortalezas y debilidades se han clasificado de acuerdo con las principales funciones que realiza el ingeniero, las complementarias y aspectos de coordinación.

<b><i>FUNCIONES SUSTANTIVAS</i></b>	Conceptualización de principios básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación y desarrollo</li> <li>• Metodologías</li> </ul>
	Aplicación de principios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo</li> <li>• Diseño</li> </ul>
	Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución</li> <li>• Producción</li> <li>• Mantenimiento</li> </ul>
<b><i>FUNCIONES COMPLEMENTARIAS</i></b>	Enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De la ingeniería</li> <li>• Capacitación</li> </ul>
	Administración de la ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión</li> <li>• Gerencia</li> </ul>
<b><i>ASPECTOS GENERALES</i></b>	Formación	
	Interrelaciones	



Las funciones sustantivas abarcan la investigación y el desarrollo, la conceptualización de nuevas maneras de hacer las cosas (metodologías), el cálculo y diseño de obras, productos y servicios, la ejecución de las obras, operación de las plantas, producción de bienes y servicios, así como el mantenimiento de obras plantas y equipos.

Las funciones complementarias se refieren a la docencia y administración de la ingeniería a través de la supervisión y dirección de obras, producción industrial, etc.

Finalmente, como aspectos generales se considera la formación del ingeniero en cuanto a criterios, hábitos, rasgos culturales y demás, mientras que los aspectos de organización, normalización y coordinación interdisciplinaria de la ingeniería que se analizan como "interrelaciones".

Por otra parte, las fortalezas y debilidades de la ingeniería se han clasificado en ESTRUCTURALES y FUNCIONALES, según se refieren a la infraestructura existente y recursos en general (estructurales) o a la manera en que funciona lo que existe.

Los principales resultados de este análisis aparecen en los siguientes recuadros:

De análisis anterior de fuerzas y debilidades destacan entre otros, los siguientes aspectos:

- \* Existe infraestructura para la investigación y desarrollo solamente en algunas ramas de la Ingeniería.
- \* Las capacidades para el diseño se limitan a algunas áreas muy específicas de la Ingeniería, por ejemplo: Obras civiles y obras en subsuelos inestables.
- \* Las fortalezas en la operación se encuentran en casi cualquier especialidad de la Ingeniería.
- \* En cuanto a la enseñanza existen fortalezas como: Muchas escuelas, amplia variedad de carreras, abundancia de vocaciones y debilidades cuantitativas (normalización, integración, vinculación).
- \* La administración de la Ingeniería y en general, la gestión de la tecnología tiende a ser una debilidad más que una fortaleza en la mayoría de los casos.

El sentido práctico, la versatilidad y el balance amplitud-especialidad puede considerarse como positivo, esto da como resultado el gusto y satisfacción por la profesión de la gran mayoría de los ingenieros mexicanos; sin embargo, la falta de capacidades de comunicación, formación humanística insuficiente y las naturales tendencias hacia los componentes técnicos de un problema a expensas de una visión sistemática originan cierta parcialidad, falta de visión global y en ocasiones, el descuido de aspectos sociales y humanos.

La Ingeniería mexicana, en términos generales, es más fuerte en aspectos operativos que conceptuales; existen debilidades importantes relacionadas con la coordinación y organización de la profesión en si, así como también en la administración de las labores de la ingeniería. Cabe preguntar si el sistema educativo ha sacrificado la calidad en aras de la cantidad.

		<b>INGENIERIA MEXICANA</b>	
		<b>ASPECTOS ESTRUCTURALES</b>	<b>ASPECTOS FUNCIONALES</b>
<b>FUNCIONES SUSTANTIVAS</b>	Conceptualización de principios	●	○
	Aplicación de principios	●	●
	Operación	●	●
<b>FUNCIONES COMPLEMENT</b>	Educación	●	○
	Administración de la ingeniería	○	○
<b>ASPECTOS GENERALES</b>	Formación	●	●
	Interrelación	○	○



Predominan las fortalezas



Fortalezas y debilidades aprox. balanceadas.



Predominan las debilidades

- IMPACTO DE LA INGENIERIA EN LAS GRANDES NECESIDADES DEL PAIS.

La siguiente matriz indica el impacto a nivel de contribución de cada una de las ramas de la ingeniería a algunas de las principales necesidades.

Se considera la contribución como: "aportación fundamental", cuando es imprescindible para la actividad, "contribución directa" cuando es muy importante sin ser imprescindible y "remota" cuando la importancia es baja.

		Aeronáutica	Agronómica	Civil	Eléctrica	Electrónica	Geofísica	Geología	Industrial	Mecánica	Metalurgia	Minería	Naval	Nuclear	Petrolera	Química	Sistemas	Textil
NECESIDADES BÁSICAS	Alimentación		●	○	●	○			●	●						●	●	
	Vestido		○		●	○			●	●						●	●	●
	Salud			●	●	●			○					●		●	●	
	Vivienda			●	●		○			○		●				○	○	
CALIDAD DE VIDA	Medio ambiente			●	○	●	○	○		●	○			○	●	●	○	
	Infraestructura			●	●	○	●	●	○	●	○	●	○				○	
	Educación				●	●											○	
INFRAESTRUCTURA ECONOMICA	Comunicaciones			●	●	●			○	●							●	
	Transporte	●		●	●	●	○		●	●	○		●		●		●	
	Planta Productiva		●	●	●	●			●	●	●	●			○	●	●	●
	Energía			●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●
	Comercio			○							○						●	
	Banca, finanzas, seg.			○							○						●	

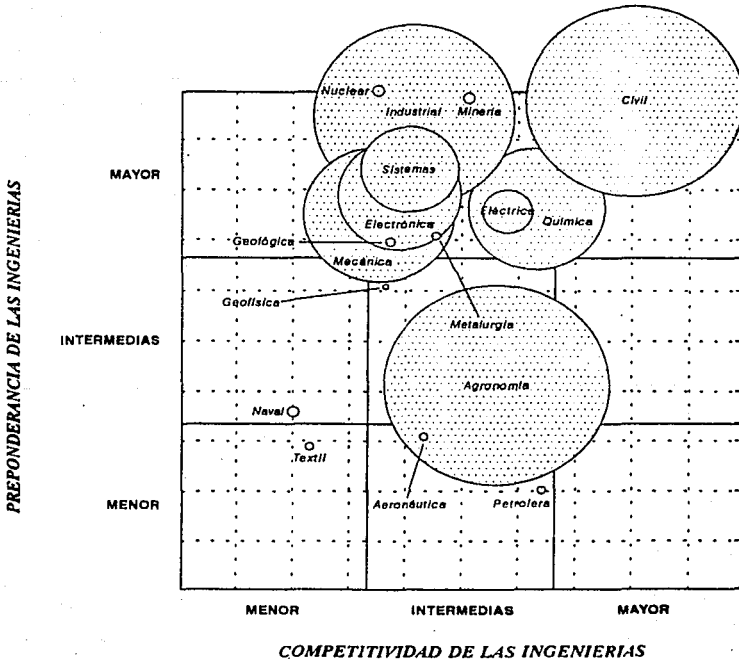
● Aportación fundamental  
 ● Contribución directa

○ Contribución remota  
 □ No hay contribución

- POSICIONAMIENTO DE LA INGENIERIA

Se compara la competitividad de las ingenierías con la preponderancia o importancia, de cada una de ellas; esta preponderancia se definió de acuerdo con la importancia de los sectores a los que atiende, el diámetro de los círculos es proporcional al número de egresados en cada rama de la ingeniería.

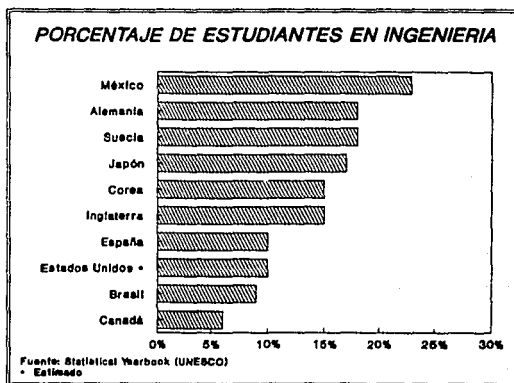
**POSICIONAMIENTO DE LAS INGENIERIAS**



## - ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

El siguiente análisis comparativo da una idea de que lugar ocupa nuestro país y que perspectivas contempla:

\* México es el país con mayor porcentaje de ingenieros (23%) entre los estudiantes a nivel universitario.



\* Algunos países han adoptado mayor concentración, es decir, pocas escuelas muy grandes (Suecia, Alemania), mientras que en otros países se ha preferido la distribución en muchas escuelas de menor tamaño en promedio (México, Francia).

**NUMERO DE ESCUELAS QUE OFRECEN CARRERAS  
DE INGERIA**

Estados Unidos	232
México	216
Francia	180
España	163 (#)
Canadá	32
Alemania	20 (&)
Suecia	7

(&) No incluye niveles técnicos

(#) 44 Escuelas de ciclo corto y 119 de ciclo largo

## 6.2 - EL PERFIL DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES HACIA EL SIGLO XXI EN MEXICO.

Los Ingenieros Industriales que viviran el inicio del siglo XXI se enfrentaran desde ahora a un país y aun mundo diferentes, por lo cual, para llevar a cabo con éxito su función profesional, deberán tener un perfil ingenieril que se definen en los siguientes puntos:

- 1.- Ingenieros que compitan en mercados globales.
- 2.- Ingenieros que dominen técnicas de materiales y de procesos.
- 3.- Ingenieros que sean flexibles.
- 4.- Ingenieros que dominen técnicas de costos.
- 5.- Ingenieros que ahorren energía.
- 6.- Ingenieros que cuiden la ecología.
- 7.- Ingenieros comprometidos con la capacitación.

Con los puntos anteriormente mencionados el Ingeniero Industrial debe lograr dentro de la sociedad los siguientes puntos:

- Lograr un desarrollo industrial y de servicios productivos que generen fuentes de trabajo, mejores productos y de mayor calidad.
- Disminuir la dependencia tecnológica mediante método, procesos, productos, servicios y sistemas industriales en forma productiva y competitiva en los mercados nacionales e



internacionales que abarcan la importación y el pago de regalías de costo económico y social elevado, y mejoren nuestra balanza de pagos.

- Desarrollar productos, servicios, sistema, procesos y métodos de trabajo y de calidad a cordes con la realidad social, así como la adecuada utilización de nuestros recursos, contribuyendo a la formación de industrias con productos y servicios propios que puedan competir en los mercados internacionales en productividad, calidad y servicios.

Para cumplir con su función social, los estudios de esta rama buscan la formación integral del estudiante para que desempeñe su trabajo profesional en puestos de responsabilidad técnica y/o administrativa, y que lleve a cabo trabajos de investigación industrial e innovación tecnológica, diseño de productos y sistemas.

El Ingeniero Industrial contemporáneo reconoce sus múltiples obligaciones debido a su puesto peculiar de supervisor de bastos recursos. El bienestar de los empleados y de la comunidad toman igual o mayor presedencia sobre dueños y clientes en muchos asuntos. Los ingenieros del futuro deberán ejercer toda la sabiduría de Salomón en la distribución de recursos escasos con relativa equidad entre las muchas demandas de la industria.

Esto es, entonces, el Ingeniero del futuro será un producto de los conceptos primordiales de los primeros Ingenieros Industriales basandose en todas las escuelas, el ingeniero debe ser una persona que adopta entre varias opciones o cosas lo mejor en sus prácticas.

En realidad el ingeniero deberá contar con un enfoque científicamente humanizado que incorpore todos los resultados encontrados por los sociólogos y los psicólogos y que sin embargo esté orientado cuantitativamente de una metodología científica. Embuido con la idea de la investigación deberá poseer una mente abierta en todas las esferas y deberá estar listo para promover cambios si su ciencia le demuestra que es más efectivo.

El Ingeniero Industrial moderno no estará confinado a la industria en un 100%; aunque la actividad tuvo su origen en la industria y dentro de esta se realizaron muchos de los primeros trabajos, esto dejara de ser una limitación, de manera que los estudiantes o los profesionales de esta disciplina que no se sientan motivados hacia una carrera industrial en el sentido estricto de la expresión, no tendrán por que ver con desaliento la Ingeniería Industrial como un campo limitado puesto que la Ingeniería Industrial moderna y en un futuro estará basada en una ciencia de las operaciones, el Ingeniero Industrial hallará la aplicación natural de sus conocimientos donde quiera que las operaciones requieran sistemas formados por personas, máquinas y procesos de algún tipo.

Por consiguiente, la banca y los servicios públicos es un área en la que se pondrá atención muy especial.

La lista de dependencias gubernamentales a las cuales han ingresado e ingresarán los Ingenieros Industriales es larga en verdad, precisamente porque han pasado a ocupar un lugar en la banca. Los objetivos de las dependencias del gobierno pueden ser diferentes a las del sector lucrativo de nuestra economía, por que tienden (correcta ó incorrectamente) a preocuparse menos por el costo y más por los servicios prestados a las personas y por las motivaciones políticas que hay detras de sus actos. Los ingenieros diseñaran sistemas para las dependencias del gobierno y tendrán por lo general parámetros y objetivos distintos a los de la industria, pero seguirán teniendo problemas de productividad, de inventario, de servicios y de flujo de información sobre las actividades de las personas, de manera que se podrán aplicar las metodologías generalizadas del Ingeniero Industrial. Solo habrá que modificar los coeficientes de los modelos generalizados y abstractos, a fin de dar cabida a las nuevas condiciones.

No sería correcto tratar de nombrar todos los usos y aplicaciones posibles de las metodologías de diseño de la Ingeniería Industrial por una parte, porque un intento de enumeración completa dejaría fuera inevitablemente algunas que deberían ser mencionadas y, por la otra tendería a excluir acontecimientos futuros que habran de ampliar el cambio todavía más.

Basta con decir que la moderna metodología de la Ingeniería

Industrial encontrará uso y aplicación donde quiera que aparezcan los conceptos mencionados de las definiciones de Ingeniería Industrial (Cap. II y Cap. V).

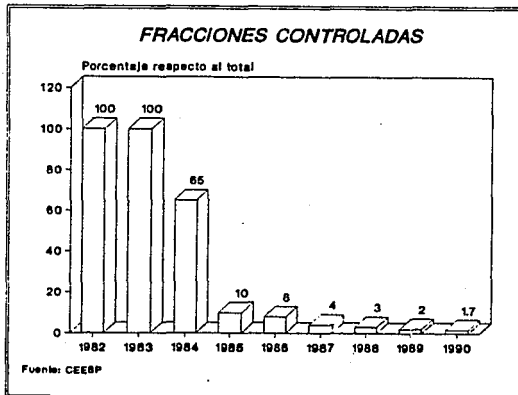
Comprenderá además los problemas relacionados con sistemas que tienen fuentes y usos alternativos de energía y donde es posible elegir entre procesos, equipo y otros elementos técnicos para lograr un determinado objetivo o conjunto de ideas, el objetivo básico del Ingeniero Industrial será siempre diseñar o rediseñar un sistema que, independientemente de su tamaño, sea capaz de mejorar la productividad de manera que los insumos o componentes que figuran en el sean utilizados tan eficiente, mínima y ágilmente como sea posible; por lo tanto, en ninguna fase de la actividad queda excluida de la aplicación y del análisis y el diseño de la Ingeniería Industrial.

### 6.3.- REPERCUSSIONES DEL TLC EN LA INGENIERIA EN MEXICO.

#### - EL PAPEL DE LA INGENIERIA MEXICANA ANTE EL TLC.

Ante la firma de un Tratado de Libre Comercio (TLC), entre Canada, Estados Unidos y México, surgen nuevas expectativas de cambios que modificaran de manera sustancial la estructura económica, industrial y tecnológica que imperó en el país por más de 40 años. Esta revolución, cuya naturaleza radica en el hecho del que el país ha cambiado de estrategia económica para impulsar su desarrollo, se indica con la apertura de la economía y la búsqueda de la competitividad de la industria nacional para poder exportar al mercado norteamericano.

La conclusión de la negociación del TLC constituye una nueva era para México. Los propositos generales del TLC son: la eliminación gradual de aranceles y de las barreras no arancelarias.



**ENTRADA A MERCADOS DE ESTADOS UNIDOS Y CANADA***(Ejemplos)*

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ENTRADA INMEDIATA SIN IMPUESTOS</b>	<b>ENTRADA EN CINCO AÑOS SIN IMPUESTOS</b>	<b>ENTRADA A DIEZ AÑOS SIN IMPUESTOS</b>
<p>Eliminar cuotas que ponen topes a la venta de productos mexicanos en Canadá y Estados Unidos.</p> <p>Eliminar paulatinamente los aranceles (impuestos) que gravan las ventas de productos mexicanos en Canadá y Estados Unidos, según el siguiente calendario: Inmediatamente: cinco años; diez años y quince años.</p>	<p><b>A Estados Unidos:</b> Automóviles Parabrisas Estufas de gas Planchas eléctricas Refrigeradores domésticos Lavabos de cerámica Envases de vidrio Televisores Motores de gasolina Radios y caseteras Computadoras</p> <p><b>A Canadá:</b> Cerveza Equipo de cómputo Partes de televisores Parabrisas Lavabos de cerámica Mármol</p>	<p><b>A Estados Unidos:</b> Cerveza Camiones de carga Pantalones de algodón Motores eléctricos Asientos automotrices Tejidos de algodón</p> <p><b>A Canadá:</b> Televisores Envases de vidrio Calentadores Camiones ligeros Cristalería Azulejos de cerámica Baterías para automóviles</p>	<p><b>A Estados Unidos:</b> Lámina y tubería de acero Botas y zapatos de cuero Sanitarios de cerámica Calentadores de agua Penicilinas</p> <p><b>A Canadá:</b> Juguetes Cafeteras eléctricas Exprimidores de jugos Pantalón de algodón Caizado</p>

<b>A CAMBIO</b>	<b>DE INMEDIATO</b>	<b>CINCO AÑOS DESPUES</b>	<b>DIEZ AÑOS DESPUES</b>
<p>Los productos de Estados Unidos y Canadá también vendrán a México, pero más despacio...</p>	<p>México quitará los impuestos para productos que no se fabrican aquí como son:</p> <p><b>De Estados Unidos:</b> Locomotoras diesel Fotocopiadoras Videocassetteras Aviones Bulldozers Teléfonos celulares Maquinaria Equipo electrónico Equipo de transporte no automotriz Instrumentos de precisión</p> <p>Estas importaciones representan el 43% de los que compramos en Estados Unidos. Al quitarles los impuestos se facilita la modernización industrial de México.</p> <p><b>De Canadá:</b> Equipo de telecomunicaciones</p>	<p>México habrá eliminado totalmente los impuestos para el 18% de sus compras a Estados Unidos y Canadá, que cubren 2,500 productos.</p> <p><b>De Estados Unidos:</b> Computadoras Llantas Televisores Radios portátiles Pantalones de algodón</p> <p><b>De Canadá:</b> Aparatos eléctricos Computadoras Hornos industriales</p>	<p>Se habrá eliminado totalmente los impuestos para 3,300 productos que el año pasado representaron el 38% de las compras a Estados Unidos y Canadá.</p> <p><b>De Estados Unidos:</b> Autos Refrigeradores Lavadoras</p> <p><b>De Canadá:</b> Tractocamiones Champúes Pañales</p> <p>Este calendario protege durante un período más largo a la industria mexicana y le da más tiempo para prepararse a la competencia.</p>

Esta acción se llevó a cabo para obtener los siguientes objetivos generales:

- Incremento en el bienestar de la población.
- Mayor eficiencia de la planta productiva con el mejor uso de economías de escala y de los recursos.
- Los consumidores tienen acceso a productos más baratos.
- Aumentar las exportaciones creando fuentes de empleo productivo, estimulando la inversión doméstica y extranjera y facilitando la transferencia tecnológica.

La experiencia de España y Portugal cuando ingresaron a la Comunidad Europea (CE), mostró que estos fueron los países que más rápidamente se beneficiaron en la vinculación a un conjunto de países con mayor desarrollo industrial, por las atractivas oportunidades de complementación. En España crecieron las inversiones de todos los países de la CE e inclusive de otros países extranjeros, para aprovechar las oportunidades, aumentaron las exportaciones y crearon nuevos empleos, más productivos y mejor remunerados.

Algunas de las condiciones que ya se están presentando como consecuencia de la apertura de la economía y del acuerdo entre Estados Unidos y Canada son las siguientes:

- \* La apertura comercial trae aparejada la necesidad de una industria local con las características requeridas para

competir en precio y calidad con las importaciones.

- \* Las empresas en el país necesitan someterse a una transformación (reconversión o modernización), para mejorar sus características de competitividad, las que no logren mejorar su desempeño, a niveles internacionales, desaparecerán y habrá un reacomodo de la estructura industrial. Esta experiencia fue vivida por la industria española.
- \* Se deberán establecer estrategias de exportación, con el siguiente cumplimiento de normas internacionales, en este aspecto la función de los ingenieros es apoyar a la estructura industrial para que pueda cumplir con las normas y especificaciones aceptadas en los tres países del acuerdo. En este aspecto México tiene del orden de 5,000 normas N.O.M., Canadá tiene 6.500 normas y Estados Unidos cerca de 80,000 normas, aunque existe una proporción importante de duplicación en esta última cifra, debido a la descentralización del sistema.

Ante estas circunstancias, el papel de la ingeniería nacional es preponderante, ya que los ingenieros deberán realizar las siguientes funciones:

- \* Formulación de diagnósticos de brechas competitivas y evaluación de los productos/servicios de las empresas en precio y calidad.
- \* Formulación de estrategias para reducir las brechas en precio



y calidad y competir efectivamente con los productos importados.

- \* Búsqueda de alternativas tecnológicas para las condiciones de mercado: selección, compra, asimilación e innovación de la tecnología.
- \* Protección del medio ambiente ante los efectos negativos que pueda tener la tecnología que se utiliza.
- \* Formación de cuerpos consultivos para asesorar al Gobierno y a la industria en las áreas que sean requeridas, tales como: desarrollo tecnológico, empleo, educación, entre otros aspectos.

Todas estas funciones requieren mejorar el nivel profesional del ingeniero, lo cual hace necesarias las siguientes actividades:

- \* Mejorar y actualizar los niveles de conocimientos que son impartidos en la educación básica de los ingenieros (Universidades y Tecnológicos).
- \* Actualizar mediante la educación continua y los posgrados, los conocimientos de los ingenieros en ejercicio profesional, concursos en aspectos tecnológicos básicos: Ingeniería en sistemas, industrial, mecánica, así como nuevas tecnologías que puedan incrementar la productividad y competitividad tales como el CAD-CAM, informática, automatización y robotica entre otras.

## - DESAFIOS DE LA INGENIERIA NACIONAL ANTE LA GLOBALIZACION

\* Durante la época anterior de excesivo proteccionismo y regulaciones, las empresas podían sobrevivir y prosperar sin tener que acudir al desarrollo tecnológico, elevar el nivel de entrenamiento de la fuerza de trabajo o innovar para elevar la calidad o variedad de los productos. Sin embargo, en las actuales circunstancias cambiaron las reglas del juego, y si las empresas no se modernizan y se vuelven más competitivas, no podrán sobrevivir.

\* La Ingeniería nacional deberá buscar en forma más deliberada la innovación tecnológica de la siguiente manera:

- Diseño de productos, procesos, instalaciones, así como diseño y construcción de plantas piloto.
- Facilitar el proceso de transferencia de tecnología, diseño de las instalaciones productivas y auxiliares, diseño de métodos de manufactura, construcción y puesta en operación de las plantas así como mantenimiento.
- Asimilación y mejora de las experiencias en operación; así como el diseño y seguimiento de programas de confiabilidad, productividad y calidad.

\* Es evidente que en México, como país en desarrollo, presenta brechas tanto industriales como tecnológicas que habrá que tratar de cerrar.

- \* El ingeniero como principal responsable del diseño, construcción operación y mejoramiento, de los sistemas de producción es considerado el elemento más importante en el proceso de innovación tecnológica y es el encargado de incrementar la competitividad de las empresas mediante tecnologías que aún siendo genéricas, le den margen para aprovechar al máximo las ventajas que el país le ofrece. Por lo tanto debe prepararse para ser motor e instrumento de los programas de innovación tecnológica del sector productivo.
- \* Las nuevas tecnologías están cambiando las ventajas comparativas que determinan los flujos de comercio internacional al establecer los términos de intercambio de entre unos y otros países, siendo también decisivas en la distribución de riqueza y pobreza de las naciones. El ingeniero deberá tener la capacidad de entender y aplicar las nuevas tecnologías en sus organizaciones para mejorar su competitividad.
- \* Se requiere constar con programas para formar investigadores ya que no es suficiente la existencia de un grado académico para cumplir con esta función. La transmisión de experiencias es básica.
- \* La clave para la formación de ingenieros que respondan a los nuevos retos la constituye una correcta y oportuna adecuación y actualización de los planes de estudio.

#### 6.4.- PERFIL DEL EGRESADO.

El egresado de Ingeniería Industrial, al terminar sus estudios presentará el siguiente perfil:

##### 1.-Perfil cognoscitivo.

Tiene conocimientos generales que le dan una sólida preparación en ciencias fundamentales, como son:

Física, Matemáticas, Química y Computación.

Además de conocimientos profesionales de diseño, materiales, procesos, manufactura, electrónica industrial, paquetería de cómputo, sistemas productivos u operativos y comprende un idioma extranjero.

Aplica la administración industrial en el desarrollo de organizaciones para incrementar la productividad con calidad y rentabilidad.

##### 2.-Perfil de aptitudes.

Será capaz de adaptarse a los cambios de vida y trabajo de su profesión con creatividad e imaginación, ya que tiene una comprensión de la naturaleza humana con sentido del arte y cultura general para dirigir e integrar personas, en función de los valores humanos.

Deberá tener la habilidad de planeación en los impactos económicos, sociales y ambientales, desarrollando proyectos con

capacidad de análisis, síntesis y modelación, haciendo responsable en el ejercicio de su profesión.

Poseerá facilidad de comunicación de expresión con poder de convencimiento para manejar el diálogo y la concentración con otros profesionales, dirigiendo e integrando grupos interdisciplinarios con una actitud emprendedora, iniciativa empresarial y habilidades de liderazgo.

### 3.-Perfil de actitudes profesionales.

Ejercerá su profesión dentro de un marco legal y un código de ética profesional.

Tendrá deseos de superación, actitud y capacidad para actualizarse en conocimiento científicos-tecnológicos y socio-humanísticos apreciará su profesión, y por la educación y la actualización.

Será capaz de asimilar, desarrollar y adaptar tecnologías que brinden un beneficio económico-social buscando la preservación del medio ambiente.

### 4.-Perfil de actitudes sociales.

Deberá estar comprometido con las necesidades sociales mexicanas en su cultura, historia, geografía, política y economía.

Manifestará una actitud humanística y congruente en sus pensamientos y acciones en el ejercicio de su profesión con

responsabilidad y vocación de servicio a la sociedad, contribuyendo al desarrollo social, técnico y material del país.

El Ingeniero Industrial podrá trabajar en:

- a) El proceso de dirección.
- b) La estructura humana.
- c) La estructura financiera.
- d) La estructura del mercado.
- e) La estructura de diseño e innovación tecnológica.
- f) La incorporación de valor agregado a productos y servicios.

El Ingeniero Industrial deberá de buscar que desde el inicio de la carrera se den asignaturas que proporcionen al alumno el valor agregado de utilización profesional de inmediato, gracias a lo cual el estudiante se irá preparando desde el comienzo de su carrera para desempeñar una actividad laboral e integrarse al sistema productivo del país, por lo que se deberán fijar objetivos de aprendizaje a corto plazo que le permitan establecer constantemente un referente profesional y laboral, así como una enseñanza capaz de vincular, teoría y práctica y cambiar la concepción que se tienen habitualmente de que el estudiante de ingeniería sólo podrá hacer ingeniería al agresar oficialmente del sistema escolar y haber concluido el nivel académico de la licenciatura.

## CAPITULO VII

## 7.- CONCLUSIONES

La labor del Ingeniero, como la de los demás profesionales, se entendía hace un siglo con un sentido de generalidad opuesto a la especialización que en nuestra época, a veces en forma exagerada, ha venido diversificando las ramas del conocimiento.

Antes de la Revolución Industrial era lógico que el ingeniero orientará su actividad en los campos de la especialización, del magisterio o, en ocasiones en el gabinete para hacer proyectos, cálculos y planos y, en contados casos en trabajos de construcción o actividades industriales, incluyendo las labores en las minas. Refiniéndonos tan solo a las observaciones hechas en nuestro país, podemos decir que fue después de la Revolución de 1910 cuando comenzó a ampliarse el radio de acción del ingeniero, entrando a los campos sociales que antes, injustificadamente, parecían vedados para él.

La Reforma Agraria abrió las puertas a los ingenieros y los llevó a mantener contacto con los núcleos de trabajadores del campo, palpando el contenido justo de la aspiración agraria, aunque muchas veces fuera traicionado por la ambición o la venalidad de quienes pretendían ser redentores del campecinado; pero solo buscaban su medro personal.



La minería comenzó a declinar y al cambio apareció pujante la industrialización, surgiendo especialidades como la del petróleo, de la electricidad, del tejido y teñido de telas y de la energía nuclear además de tantas otras cosas que atrajeron a las juventudes estudiosas.

Se ha considerado que el Ingeniero Industrial es el que coordina y armoniza los diversos elementos que intervienen en la producción, aplicándose este término específicamente a lo que se lleva a cabo para fabricar o producir en cantidad un determinado artículo.

La función del ingeniero es aprovechar los dos elementos básicos de la Ingeniería para producir artículos que por su calidad permitan dar un servicio y desempeñar su papel satisfactoriamente, y que por su costo sea posible competir con otros fabricantes dando los factores de la producción la compensación que por equidad y justicia les corresponde.

En las condiciones actuales de desarrollo industrial de México, es esta la clase profesante que más se necesita ya que sus funciones pueden resumirse como sigue:

- a) Estudio de la demanda del producto, con base a la cuantía, calidad y precio de venta.
- b) Estudio preliminar de la fabricación, diseño del producto; anteproyecto de la planta con equipos e instalaciones;

disponibilidad de materiales y de mano de obra; consumos, capital fijo y capital de trabajo necesario; costo del producto.

- c) Estudio de las condiciones de la competencia y si son favorables, financiamiento de la empresa.
- d) De aprobarse los anteproyectos, hacer el estudio detallado y los proyectos definitivos para la fabricación.
- e) Ya establecida la fábrica controlar la producción, hacer que los procesos evolucionen tendiendo siempre a la mejoría, tanto por el empleo de materiales, equipos, procesos, instalaciones u sistemas de trabajo, como por la mejor forma de aprovechar el elemento humano mejorando sus condiciones de trabajo, de vida y de cultura, estimulándolo para que haga el mejor uso de sus facultades.
- f) Estar al tanto y en contacto con las condiciones financieras y comerciales del negocio dentro del medio en que opera, así como para orientar la propaganda y los sistemas de ventas a que se ocurra.
- g) Cooperar en todo lo que se refiera al funcionamiento legal de la empresa y en el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

Se comprende que para el dominio de todo lo enumerado, lo básico, lo fundamental para esta clase de profesantes, es el mejor conocimiento de las materias técnicas de la Ingeniería, las que llevan a mejor conocimiento de las propiedades y disponibilidades de los materiales y de las fuentes de energía; de las funciones de

movimiento, fuerza, energía y resistencia de las partes que compongan al producto para poder armonizarlas y llegar a un resultado que con la mayor economía desempeñe sus funciones de servicio y aplicación con plena satisfacción.

El Ingeniero Industrial contemporaneo deberá convertirse en un estudiante de la historia y en un teórico-administrativo que trata con generalidades ambientales, el ingeniero moderno y del futuro debe mantener la teoría y la práctica en su perspectiva apropiada, puede administrar el siempre y creciente complejo sistema de información del tipo de las empresas conglomeradas actuales.

Sabemos que el mantenimiento de esta perspectiva apropiada puede lograrse analizandola a la luz de teorías ya desarrolladas y probadas. Por tanto la historia de la Ingeniería Industrial pone al ingeniero moderno en los hombros de conocimientos anteriores haciendo innecesario que cada ingeniero encuentre otra vez su camino en el laberinto de la teoría.

El valor de la historia de la Ingeniería yace entonces en poner los problemas actuales en su perspectiva adecuada y en proveer puntos de partida avanzados para la toma de decisiones ingenieriles.

- Formación profesional.

Se considera que tendrá conocimientos profesionales profundos, claridad y rigor científicos que lo capaciten en el ejercicio de su carrera ya que podrá planear, diseñar, dirigir sistemas, productos o servicios industriales, su adecuada valoración técnica, económica y social; así mismo, buscará optimizar los recursos disponibles para dirigir, operar, mantener y administrar tales sistemas en la búsqueda de una mayor productividad de beneficio social a la vez que la preservación del ambiente, resolverá problemas de Ingeniería Industrial que nos proporcionen independencia económica y tecnológica.

- Formación personal.

El Ingeniero Industrial debe estar preparado para mostrar una actitud crítica constructiva hacia las instituciones relacionadas con su profesión, debe estar preparado para emplear su imaginación en la respuesta de problemas del área y saber manejar información, métodos de comunicación y de expresión; y así poder trabajar interdisciplinariamente, con capacidad de deliberar, optar con libertad y actuar en función de los valores humanos, como entidades responsables de sus decisiones antes sí mismo y ante la sociedad.

- Formación social.

El Ingeniero Industrial estará consciente de los problemas nacionales, para participar en su solución mediante la actualización y profundización académica para que, a través de su educación permanente, presente mejor servicio a la sociedad.

- Habilidades complementarias.

Está claro que el ingeniero del futuro (y del futuro cercano) requiere complementar los aspectos técnicos, con una serie de habilidades adicionales:

- \* Capacidades de comunicación en todos sentidos.
- \* Capacidades para entender las repercusiones sociales, políticas y económicas (a nivel macro) de las soluciones técnicas que proponga.
- \* Capacidades de liderazgo para poder influir positivamente en la toma de decisiones; para hacer valer los puntos de vista técnicos frente a otras consideraciones.
- \* Capacidad para integrar equipos de trabajo multidisciplinarios.

Mayor vinculación universidad-industria (oferta-demanda): no es posible seguir formando profesionistas de acuerdo con tradiciones o con opiniones y creencias de quien desconoce las necesidades reales del cliente.

Mucho se habla de renovar métodos de enseñanza y eficientar los sistemas administrativos de las escuelas.

La reducción del apoyo gubernamental a la educación es una tendencia mundial, aun frente a la fuerte oposición de estudiante

y en ocasiones del propio sector académico.

La educación continua es una necesidad inmediata generalmente mal atendida.

La calidad contra la cantidad se cuida celosamente; en la mayoría de los países industrializados existen sistemas de admisión y de control muy estrictos.

La necesidad de reconocimiento/homologación de la enseñanza entre diferentes países es ya un problema grave en Europa; los esfuerzos del (European Federation of National Engineering Associations) FEANI, han sido insuficientes hasta ahora este problema se presentará seguramente en Norteamérica con el Tratado de Libre Comercio.

La conveniencia de adecuar la formación según la función que se espere desempeñar, por parte del ingeniero durante su vida profesional, resaltando ciertos aspectos.

La necesidad de modificar el sistema de enseñanza-aprendizaje para propiciar en los alumnos el desarrollo de su habilidad creativa, una actitud no conformista en las fórmulas, procedimientos y métodos tradicionales de la Ingeniería.

## PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS HISTORICOS

- 1783 El Rey de España Carlos III, por Cédula del 25 de Mayo, manda expedir las Ordenanzas para la Dirección, Reginen y Gobierno del Cuerpo de Minería de Nueva España y de su Real Trubunal General.
- 1784 El día 15 de enero son promulgadas en México las Ordenazas, en cuyo capitulo 18, se erige el Real Seminario de Minas.
- 1792 El día 1ro. de enero se funda el Real Seminario de Minería. Se crea la carrera de Perito Minero Facultativo.
- 1813 El Real Seminario pasa a ocupar el Palacio de Minería.
- 1843 El 18 de agosto se establecen las carreras de Agrimensor, Ensayador, Apartador de Oro y Plata, Beneficiador de Metales, Ingeniero de Minas y Geógrafo, y Naturista.
- 1867 Al triunfo de la República, se crea la Escuela Nacional de Ingenieros con las carreras de Ingeniero de Caminos, Puentes y Canales, Ingeniero de Minas, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electricista, Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Hidrógrafo y Agrimensor.
- 1883 Se crean las carreras de Ensayador, Telegrafista, Apartador, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Caminos, Puentes y Canales, Ingeniero de Minas y Metalurgista e Ingeniero Geógrafo.
- 1889 Se establece la carrera de Ingeniero Electricista.

- 1897 El 15 de septiembre se cambia el nombre de Ingeniero de Caminos, Puentes y Canales y se adopta el de Ingeniero Civil.
- 1910 La Escuela Nacional de Ingenieros se integra a la Universidad Nacional.
- 1912 Se fusionan las carreras de Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electricista, formándose de esta manera la de Ingeniero Mecánico Electricista.
- 1927 Se funda la carrera de Ingeniero Petrolero.
- 1930 Con fecha de diciembre se promulga un nuevo Estatuto para la Universidad, en el que aparece la Escuela Nacional de Ingenieros con el nombre de Escuela de Ingeniería.
- 1935 Se crea la carrera de Geólogo.
- 1936 Se crea la carrera de Ingeniero Geólogo.
- 1947 Se cambia la denominación de la carrera de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo por la de Ingeniero Topógrafo y Geodesta.
- 1954 Los alumnos de nuevo ingreso se instalan en Ciudad Universitaria.
- 1956 Se crea el instituto de Ingeniería.
- 1957 Se establece la División de Estudios Superiores.
- 1958 En la Escuela Nacional de Ingeniería se estudian las carreras de Ingeniero Topógrafo Geodesta, Ingeniero Civil, Ingeniero de Minas y Metalurgista, Ingeniero



Mecánico Electricista, Ingeniero Petrolero y Ingeniero Geólogo.

- 1959 La Escuela Nacional de Ingeniería es elevada al rango de Facultad.
- 1967 Los alumnos de los primeros semestres son trasladados al Anexo de Ingeniería.
- 1968 Se establece dentro de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista el área de Ingeniería Industrial.
- 1970 Se establece la carrera de Ingeniero Geofísico.
- 1971 Inicia sus labores el Centro de Educación Continua.
- 1976 El Instituto de Ingeniería pasa a formar parte de la Coordinación de Investigación Científica.
- 1977 Se aprueba la carrera de Ingeniero en Computación.
- 1979 La Organización Académica de la Facultad está integrada por H. Consejo Técnico, la Dirección, la Secretaría General y seis divisiones: Estudios de Posgrado; Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica; Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería en Ciencias de la Tierra; Ciencia Básicas; y Ciencias Sociales y Humanidades.
- 1980 El Centro de Educación Continua pasa a ser la División de Educación Continua.
- 1992 Celebración del bicentenario de la Facultad de Ingeniería.
- 1993 Se crea la carrera de Ingeniero en Telecomunicaciones.

## B I B L I O G R A F I A

- INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA ADMINISTRACION. Philips E. Hicks, Ed. CECSA, 1986.
- ENCICLOPEDIA DE MEXICO, José Rogelio Álvarez, Ed. S.E.P., Tomo VII, 1975.
- INGENIEROS EN LA INDEPENDENCIA Y EN LA REVOLUCION, México, U.N.A.M.
- APUNTES DE ESTUDIO DEL TRABAJO, Carlos Molina Palomares, Carlos Sánchez Mejía, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1982.
- HISTORIA DEL PENSAMIENTO ADMINISTRATIVO, Claude S. George, Jr., Ed. Prentice Hall, 1990.
- BIBLIOTECA DEL INGENIERO INDUSTRIAL, Gabriel Salvedry, Vol. 1, Ed. Ciencia y Técnica, S.A., 1990.
- BREVE RESEÑA SOBRE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA, México, Ed. U.N.A.M., 1958.
- MINUTA, PROGRAMA Y OFICIO, Solicitud del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Industrial e Ingeniero Mecánico Electricista para la Universidad de Queretaro.
- PROGRAMA ELABORADO, sobre el establecimiento de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, U.N.A.M., 1891.
- LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN MEXICO, Mario Contreras Hernández, Tesis del Tecnológico Regional Queretaro, 1971.
- BIBLIOTECA DE INGENIERIA INDUSTRIAL, W. Grant Ireson, Eugene L. Ed. CECSA, 1986.
- HISTORIA DE LA INGENIERIA, Fritz de la Ortega, Gustavo Otto, México, 1969.

-REVISTA DE INGENIERIA

- 1927, Vol. III, Secc. 3, U.N.A.M.  
1959, Vol. XXIX, Secc. 4., U.N.A.M.  
1960, Vol. XXX, Secc. 1, U.N.A.M.  
1963, Vol. XXXIII, Secc. 2, U.N.A.M.  
1967, Vol. XXXVII, Secc. 2, U.N.A.M.  
1969, Vol. XXXIX, Secc. 2, U.N.A.M.  
1972, Vol. XLII, Secc. 4, U.N.A.M.  
1979, Vol. XLIX, Secc. 1, U.N.A.M.  
1979, Vol. XLIX, Secc. 3, U.N.A.M.  
1981, Vol. LI, Secc. 2, U.N.A.M.  
1982, Vol. LII, Secc. 1, U.N.A.M.  
1985, Vol. LV, Secc. 4, U.N.A.M.  
1988, Vol. LVIII, Secc. 4, U.N.A.M.  
1990, Vol. LX, Secc. 2, U.N.A.M.  
1992, Vol. LXII, Secc. 3, U.N.A.M.

-PLANES DE ESTUDIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO:

1968, 1972, 1979, 1986 Y 1990.

-ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO,  
Academia Mexicana de Ingeniería y CONACYT, Mayo de 1993

-LA FACULTAD DE INGENIERIA, Universidad Nacional Autonoma de  
México, 1992.