

149
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

LA INGENIERÍA EN MÉXICO
COMPARADA CON
LA INGENIERÍA AVANZADA EN EL MUNDO

TESIS



QUE PRESENTAN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA :

(ÁREA INDUSTRIAL)

IRIS LUCÍA RANGEL VALDERRAMA

(ÁREA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA)

RIGEL GÁMEZ LEAL

DIRECTOR DE TESIS : ING. MANUEL VIEJO ZUBICARAY

MÉXICO, D.F. 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

TESIS

COMPLETA



Índice

1. Situación económica de México y del mundo	
1.1. Introducción	1
1.2. Tendencia de la economía para el siglo XXI	4
1.3. Situación en México	9
2. Situación de las carreras de ingeniería	
2.1. Antecedentes generales	17
2.2. La crisis tecnológica	19
2.3. La profesión	23
2.4. La globalización y el ejercicio profesional del ingeniero	27
2.5. El lugar del ingeniero dentro de la sociedad mexicana	29



2.5.1. En la sociedad política	29
2.5.2. En la sociedad profesional	31
2.5.3. En la sociedad educadora	38
2.6. Situación actual del ingeniero	47
2.7. Situación de los alumnos de la Facultad de Ingeniería, UNAM	51
3. Ingeniería avanzada en el mundo	
Introducción	61
3.1. Ingeniería ambiental	
3.1.1. La ecología industrial del siglo XXI	63
3.1.2. Agua y sanidad : el costo de la negligencia	68
3.1.3. Conflicto entre recursos disponibles y crecimiento urbano	74
3.1.4. El <i>Consejo de Cuenca del Valle de México</i>	77
3.1.5. El automóvil en la Ciudad de México	79
3.1.6. Combustibles no convencionales para turbinas de gas	86
3.1.7. Propuestas acerca de los residuos sólidos	89
3.1.8. Ingeniería Ambiental : recursos humanos, necesidades, estado actual y perspectivas	94

3.2. Ingeniería biomédica	
3.2.1. Terapia genética	122
3.2.2. Órganos artificiales	123
3.2.3. Anticonceptivos futuros	124
3.3. Ingeniería de energéticos	
3.3.1. Gas natural	126
3.3.2. Petróleo	139
3.3.3. Sol	170
3.3.4. Fisión nuclear	189
3.3.5. Fusión nuclear	201
3.3.6. Geotermia	206
3.3.7. Microhidráulica	209
3.3.8. Corrientes marinas	211
3.3.9. Viento	213
3.3.10. Biomasa	215
3.4. Ingeniería eléctrica	
Introducción	218
3.4.1. La innovación tecnológica y el sector eléctrico en México	220
3.4.2. El sector eléctrico de México se prepara para el siglo próximo	225
3.4.3. La industria de las manufacturas eléctricas	240
3.4.4. El futuro de la generación, la transmisión y la distribución de la energía eléctrica	242
3.4.5. Las fuentes de energía renovables y la electrificación rural	248

3.4.6. El mercado y la expansión del sector eléctrico en México	256
3.5. Ingeniería electrónica y computación	
3.5.1. Ingeniería de las máquinas microscópicas	261
3.5.2. Software inteligente	265
3.5.3. La nave espacial del siglo XXI	266
3.5.4. La robótica en el siglo XXI	267
3.5.5. Inteligencia artificial	269
3.5.6. Redes inalámbricas	270
3.5.7. Microprocesadores en el 2020	274
3.5.8. Redes totalmente ópticas	276
3.5.9. Multimedia : ¿ una megaindustria nueva ?	278
3.5.10. La ingeniería en telecomunicaciones en México	284
3.6. Ingeniería en materiales	
3.6.1. Ensamble automático de materiales	287
3.6.2. Materiales inteligentes	288
3.6.3. Superconductores de temperatura alta	292
3.7. Ingeniería industrial	
3.7.1. La ingeniería industrial en México	297
3.7.2. La instrumentación de los hospitales en espera de la calidad total	320
3.7.3. La calidad siempre está de moda	321
3.7.4. ¡ A la carga !	324
3.7.5. Libro abierto en los Andes	329



3.8. Ingeniería mecánica	
3.8.1. Diseñando el futuro	334
3.8.2. El automóvil: limpio y a la medida	335
3.8.3. Riel de velocidad alta: ¿otra época de oro?	336
3.8.4. Los cien años de las bombas de gasolina	338
3.8.5. Turbina de gas natural diseñada por compañías europeas en cooperación con la industria rusa <i>SATURN</i>	340
3.8.6. Plantas de ciclo combinado basadas en turbinas de gas, son utilizadas en Italia	341
3.8.7. La apertura de la bomba multifase a la explotación de reservas de hidrocarburos	342
3.8.8. Una forma nueva de volar	343
4. Conclusiones	345
Referencias	359
Abreviaturas	365
Gráficas	367



Ilustraciones 371

Tablas 373

Índice alfabético 377



1. Situación económica de México y del mundo.



1.1. Introducción.

La ingeniería ha sido para el hombre, desde el principio de su existencia civilizada, un aspecto sumamente importante para su desarrollo general, total. A continuación se presenta, brevemente, un bosquejo de lo que es y ha sido la ingeniería para el desarrollo de la historia de la humanidad, en esta tabla se indican algunas fechas aproximadas referentes a la duración de cada una de las etapas señaladas.

Ingeniería y sociedad.

Tipo de economía	Tipo de sociedad	Ingeniería	Ingenieros	Ingeniería avanzada
De supervivencia (150 000 a. C. a 6 000 a. C.)	Nómadismo	Defensa Supervivencia.	Nativos	Alfabeto y tratamiento de materiales Biomedica.
De reconstrucción (6 000 a. C. a 3 500 a. C.)	Sedentarismo.	Agrícola. Caza. Hidráulica.	Agricultores. Piscicultores. Cazadores.	Economía Mecánica Agrícola

La hominización de la especie *homo sapiens* ha ocurrido en los últimos 3.5 millones de años. El hombre moderno existe desde hace 100 000 años.



De los imperios (3 500 a. C. al siglo V a. C. ²)	Imperialismo.	Militar. Civil,	Militares. Comerciantes.	Civil. Hidráulica Naval.
De los bárbaros (siglos IV y V d. C.)	Sedentarismo.	Militar. Naval.	Germanos. Hunos. Godos.	Agrícola. Ganadera.
Feudalismo (siglos IV al XVI ³)	Feudalismo.	Agrícola. A Artesanal.	Vasallos europeos.	Comercial. Manufacturera.
De los grandes descubrimientos (segunda mitad del siglo XV y primera mitad del siglo XVI)	Esclavismo.	Textil. Militar. Agrícola.	Europa (España y Portugal).	Naval. (Comercial)
Del mercantilismo (siglo XVII, alrededor de 1665)	Esclavismo.	Química. Minera. Civil.	España. Portugal. Francia.	Naval. Minera.
De la piratería (siglos XVI y XVII)	Esclavismo.	Militar. Textil.	Inglaterra. Oeste de Europa.	Naval. Minera.
Revolución industrial (siglos XVIII y XIX)	Con clases sociales muy diferenciadas: proletariado y burguesía.	Química. Comercial.	Europa. Estados Unidos.	Química. Textil. Mecánica. Siderúrgica. Manufacturera.
Liberalismo (siglo XIX)	Con deseos de independizarse, de ser libre.	Farmacéutica. Ferroviaria. Sanitaria.	Europa. Estados Unidos.	Minera. Comercial.

² 3 500 a. C.: Viejo Imperio de Egipto.

2 000 a. C.: Nuevo Imperio de Egipto.

500 d. C.: Caída del Imperio Romano.

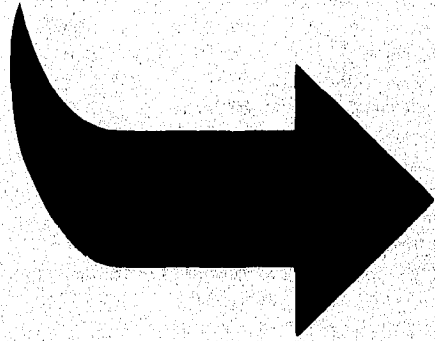
³ Alta Edad Media (476 d. C. hasta los inicios del siglo XI), Baja Edad Media (siglos XI al XV).

<p>De estado (Keynesianismo, inicios del siglo XX, alrededor de 1930)</p>	<p>De Keynes. Sus características son la falta de ahorro e inversión, los monopolios, la concentración de la riqueza y el desempleo.</p>	<p>Petrolera. Topográfica. Química. Mecánica.</p>	<p>Europa. Estados Unidos.</p>	<p>Militar. Naval. Financiera.</p>
<p>Bipolarismo (mediados del siglo XX, aproximadamente de 1950 a 1980)</p>	<p>Capitalista. Socialista. Sus características son: baja del sector productivo, aumento en la economía con base en la fabricación de armamento. El estado otorga una parte importante del presupuesto a la defensa.</p>	<p>Militar. Electrónica.</p>	<p>Estados Unidos. URSS. Europa. Japón.</p>	<p>Telecomunicaciones. Computación. Química. Mecánica.</p>
<p>Neoliberalismo (de 1980, aproximadamente hasta la fecha)</p>	<p>Baja, media, alta; con todas las variantes posibles; Sus características son la concentración de la riqueza, el desempleo; las diferencias sociales, el exceso de dinero en el mundo.</p>	<p>Super libre. Esclava.</p>	<p>Europa. Japón. Estados Unidos.</p>	<p>De supermateriales, biomédica, de control avanzado, energética, mecánica, mecatrónica, eléctrica, electrónica, ambiental, etc.</p>

Observando esta tabla se puede conocer el papel, tan relevante, que ha desempeñado la ingeniería en la vida del ser humano y ettal deberá ser su presencia en el futuro.



1.2. Tendencia de la economía para el siglo XXI.



Los hechos no suceden en un vacío sino en un contexto social, político, cultural y económico. Al entrar al siglo XXI, la tendencia más importante y dominante en la vida de los habitantes de la Tierra, será una bonanza económica naciente en los años 90.

Esta tendencia influirá en todos los elementos importantes de la vida del ser humano: en sus decisiones sobre profesión u oficio, en sus viajes, en sus negocios y en la elección de sus inversiones, en su lugar de residencia y en la educación de sus hijos.

La última década del siglo XX, presenta una visión nueva del mundo. La guerra fría terminó a fines de los 80. Las artes florecen en el mundo entero. Hay una llamada internacional a los ambientalistas. Los países comunistas experimentan con la democracia y los mecanismos de mercado. El deseo de cooperación económica entre las naciones es más fuerte que el ansia de aventuras militares con sus costos, humanos y financieros, enormes.

Asia ha vuelto a escribir el libro de las reglas del desarrollo económico, y muchos de sus habitantes han alcanzado el nivel de vida de los europeos.

Hay una inclinación muy fuerte hacia la libertad de comercio. En las naciones más pobres de África están de moda la privatización.



Hay un respeto nuevo por el espíritu humano.

La economía mundial nueva no se puede entender si se cree que tan sólo es más y más comercio entre 160 países hay que verla como el mundo que pasa del comercio entre países a una economía unificada. Una sola economía. Un solo mercado.

Este es el siguiente nivel natural en la historia económica de la civilización. En un principio existían aldeas autosuficientes económicamente. Luego vinieron las ciudades - estado que negociaban, muy poco, unas con otras. Durante centenares de años se tuvo una colección de Estados nacionales macroeconómicos, en gran parte autosuficientes. Dentro de estos estados existía una división de tareas económicas.

Hoy se vive un proceso de redistribución de dichas tareas entre naciones y de pasar a la interdependencia económica que ello implica.

En la economía mundial, las consideraciones económicas casi siempre han sido más importantes que las consideraciones políticas. Ahora ya es claro que los años 80 fueron el decenio en el que las economías se volvieron más importantes que las ideologías.

Sin embargo, se debe considerar que la democracia es el terreno más fecundo para que florezca el empresario individual, que es la fuerza más importante del crecimiento económico. El cambio global de regímenes autoritarios a democracia sienta las bases del crecimiento económico.

Las economías de los países asiáticos experimentan una expansión formidable, creando más competencia para Europa y América del Norte, pero también más clientes para todos.

Japón está pasando de una economía basada en las exportaciones a una economía de consumo, cambio precursor que otros países asiáticos van a seguir. A medida que el milagro económico asiático se extiende por el Pacífico, el alza de jornales en todas partes crea millones de consumidores.



Corea del Sur, impulsada por la expansión de su mercado interno, alcanzó en 1988 un crecimiento superior al 10 % por tercer año consecutivo. El producto interno bruto (PIB) por habitante pasó de 3 098 dólares, en 1987, a 4 040 dólares en 1988. En Taiwan el PIB por habitante ya pasa de los 6 000 dólares.

Los asiáticos son consumidores principales, en los 90, la población de los países ricos de Asia aumentará en 80 millones (contra 10 millones en Europa).

Esto significa oportunidades grandiosas para los productores norteamericanos y europeos, no menos para los asiáticos.

Al terminar este siglo, el mundo será testigo de una integración entre América del Norte, Europa y el Japón para formar el triángulo de oro de la libertad de comercio.

Las telecomunicaciones y la economía están sumamente ligadas.

El movimiento hacia el comercio global libre se ve impulsado por una alianza entre las telecomunicaciones y la economía, que le permite a uno tratar, desde las montañas de Colorado, con un socio que está en una oficina de Tokio, como si estuviera al otro lado de una mesa platicando y compartiendo documentos.

En 1988 entró en operación el primer cable telefónico de fibra óptica a través del Atlántico.

En abril de 1989 entró en servicio otro cable de fibra óptica a través del Pacífico, uniendo a los Estados Unidos con Japón.

América del Norte, Europa, Asia y Australia se están conectando con cables similares.

Actualmente, las telecomunicaciones y las computadoras continúan impulsando el cambio, así como lo impulsaron las fábricas durante el periodo industrial.



Hoy se están sentando las bases de un sistema de caminos internacionales de comunicación en cuanto a telecomunicaciones, se tiende a una red mundial, de la misma manera que en lo económico se está creando un mercado global, único.

En lo referente a energéticos, el Sol puede llegar a ser la fuente principal de energía en el siglo XXI.

Por otro lado, la competencia mundial en la reducción de impuestos, lo que el *Financial Times* de Londres llama la "revolución de la reforma tributaria", también contribuye a la expansión de la economía global mencionada.

Movidos por la necesidad de ser competitivos en una economía global, los países, uno tras otro, han reducido espectacularmente los impuestos sobre el ingreso individual.

También, puede ser que la inflación se detenga porque ahora hay una competencia mundial de precios y calidades, lo cual constituye un fenómeno nuevo.

Es muy probable que las tasas de interés se detengan porque en la actualidad existe en el mundo el capital suficiente, y hay competición mundial en el alquiler del dinero y en el precio del dinero prestado.

Otro hecho que contribuye a la expansión del comercio mundial y a el avance de la economía global es la reducción del tamaño de los bienes de producción.

Se va fortaleciendo el criterio de que se necesita una era nueva de cooperación entre todos los países para administrar el ambiente global común.

A la preocupación del mundo por la defensa y por la guerra fría, la está reemplazando la preocupación por la destrucción del ambiente natural, lo cual, actualmente, constituye uno de los problemas comunes de más importancia en el mundo.



Hoy, se pueden observar las fuerzas socioeconómicas señaladas a continuación.

- ☆ Las consideraciones económicas que prevalecen sobre las consideraciones políticas
- ☆ La abundancia relativa de recursos naturales
- ☆ El impulso poderoso de las telecomunicaciones
- ☆ El movimiento hacia la libertad mundial de comercio
- ☆ La competencia en la reducción de impuestos
- ☆ La disminución del tamaño de los bienes de producción
- ☆ La contención de la inflación y de los intereses
- ☆ La bonanza de consumo en Asia
- ☆ El avance de la democracia y la propagación de la libre empresa
- ☆ La obsolescencia de la guerra
- ☆ La atención al medio ambiente

Éstas no son fuerzas aisladas y caprichosas, sino que se relacionan y se refuerzan mutuamente; son la confluencia de otras fuerzas que dan forma a un mundo nuevo, globalizado.

Gorvachov ha dicho que la economía mundial se está convirtiendo en un sólo organismo, y ningún estado, cualquiera que fuese su sistema social o su posición económica, puede desarrollarse normalmente fuera de él.

Esta época es de globalización.



1.3. Situación en México.

Economía y privatizaciones.



La *Secretaría de Hacienda* informa que, durante los primeros nueve meses de este año el sector público registró un superávit de 17 401 millones de pesos, alrededor de 2 108 millones más que lo observado hasta junio pasado, en tanto que la deuda pública externa neta al cierre del tercer trimestre alcanzó los 86 117.9 millones de dólares.

Lo anterior es uno de los puntos que se han venido observando durante los meses últimos de la misma manera que se han visto otros fenómenos económicos, como la privatización de empresas paraestatales, la inversión extranjera.

La privatización de los puertos turísticos y pesqueros estará incluida en la segunda fase de desincorporaciones, pero será bajo el sistema de concesión, en donde el gobierno retendrá la propiedad de la infraestructura y privatizará los servicios, según las versiones que circulan actualmente en la *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, se afirma que los puertos más atractivos para la iniciativa privada son los de Acapulco, Puerto Vallarta, Mazatlán y Cancún.

Se espera que con esta privatización se obtenga un ingreso de cerca de 800 millones de pesos.



A la vez se abrió el concurso de usos múltiples del puerto de Altamira II mediante contrato parcial de derechos por un plazo de veinte años, y antes de que concluya 1995 serán publicadas las convocatorias para licitar las terminales de Acapulco y Puerto Vallarta, con lo cual se buscará fortalecer la participación privada en los puertos turísticos.

Por otra parte el gobierno federal pondrá a las cuatro unidades ferroviarias regionales en que se dividió *Ferrocarriles Nacionales de México* para su privatización y no descarta que lo mismo ocurra con los aeropuertos.

Por el momento empresarios de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Yucatán y Quintana Roo desean comprar el ferrocarril del sureste que incluye, además, el desarrollo del ferrocarril transistmico, el cual comunicará al golfo de México con el océano Atlántico.

La inversión privada extranjera en ferrocarriles se limitará al 49 %, aunque existen servicios auxiliares en donde este tipo de inversiones llegará hasta el 100 %, previa autorización de la *Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras*; y las concesiones se otorgarán hasta por cincuenta años renovables por otros cincuenta años según *la Secretaría de Comunicaciones y Transportes*.

Con respecto a la industria petroquímica, en noviembre de 1995 se publicaron las licitaciones para Cosoleacaque, sin dar marcha atrás en la privatización de la petroquímica secundaria, *PEMEX* mantendrá el 20 % del capital.

Los activos a desincorporar consisten en cinco plantas de amoníaco que suman una capacidad total de producción de 6 350 toneladas diarias; una planta de praxileno con capacidad de 120 toneladas diarias, una planta de hidrógeno, y otros activos relacionados con el transporte y distribución de amoníaco, localizadas en diversos puntos del país.

Las convocatorias para los complejos "La Cangrejera" y "Morelos" se publicaron en enero de 1996, los demás activos de *PEMEX-Petroquímica* se licitarán en el primer trimestre del mismo año.



Con respecto al tema del gas natural, el 8 de noviembre de 1995, se publicó el *Reglamento de Gas Natural*, el cual regulará la participación de la inversión privada en el transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, de acuerdo con el artículo 27 constitucional, aprobadas en mayo pasado con el fin de "asegurar un abasto suficiente" de dicho combustible.

Inversión privada nacional y extranjera.

Las inversiones serán en las ramas industrial, hidroeléctrica, automotriz y de maquila, entre otras.

En materia de maquila, de los 399 proyectos establecidos en 1995, la mayor parte se han centrado en los estados de Baja California, Chihuahua, Durango, Puebla y Aguascalientes, según la *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial*.

Las importaciones de la industria maquiladora sumaron 20 mil millones de dólares de enero a septiembre de 1994, lo que constituye un mercado potencial para el resto de la planta fabril del país. Es la segunda fuente productora de ingresos en la cuenta corriente y representa el 34 % del valor total de las exportaciones.

Al cierre de 1994 la cifra de empleos ocupados por la industria maquiladora ascendió a 600 229, cifra que aumenta en 89 211 al final de 1995.

Esta industria genera el 18 % del empleo total del sector manufacturero. En el campo de la telefonía, serán alrededor de ocho concesiones interestatales (nacionales) las que se otorguen.

Las inversiones en esta área serán de capitales nacionales (poblanos y jaliscienses).



En el mes de diciembre de 1995, *Marcatel* iniciará negociaciones con *TELMEX* para interconectarse a su red y operar el servicio de larga distancia, asimismo, anuncia el inicio de sus trabajos para instalar 11 800 kilómetros de cableado de fibra óptica.

Por otro lado, *GUTSA* invertirá 96 millones de pesos en una carretera michoacana nueva. La carretera irá de Las Trojes a Zirahuén, y se conectará con la que va de Uruapan, en Michoacán, a Salamanca, en Guanajuato.

Se espera que ésta esté terminada para diciembre de 1997. Con esta concesión nueva se reinaugura la participación de particulares en carreteras, luego de que se estima que serán escasas las inversiones en el sector.

También habrá inversiones en aspectos referentes a la electrónica. La empresa *Yamakawa* realiza una inversión de 30 millones de dólares, inaugurando una planta en Aguascalientes. Se tiene prevista la inversión de 21 millones de dólares adicionales en la misma planta, la cual cuenta con 100 trabajadores actualmente, para la construcción de paneles automotrices.

La empresa *Motorola* está interesada en la inversión en México, por lo cual, está construyendo un centro de comunicaciones en Zacatecas.

De manera similar, *Wrangler Co.*, una planta textil, ubicada en Matamoros, invertirá en el país. Esta compañía maquilará ropa de mezclilla la cual será totalmente para exportación, generando 800 empleos directos.

En la industria de la química, *Hoechst* invertirá 10 millones de dólares para modernizar su planta productiva durante 1996. La empresa tiene una gran confianza en la viabilidad económica de México y espera una mejoría en un plazo corto.

Igualmente hay inversión en infraestructura. Con una inversión inicial de 30 millones de dólares, se construirá un parque industrial en Guanajuato.



Para 1996, *Industrias Arka* (empresas subsidiarias del grupo Alfa), abrirá una fábrica para producir poliéster, insumo que utiliza la industria textil y manufacturera de llantas, con una inversión aproximada de 50 millones de dólares, con lo que pretenden elevar sus utilidades a 200 millones de dólares en 1996.

Estrategias económicas para hacerle frente a la crisis.

Como medida de ajuste de mercados, *PEMEX* sube el precio del petróleo crudo exportable.

El *Comité de Comercio Exterior del Petróleo* precisó que el precio del petróleo tipo Maya que exporta México a los demás países americanos, se incrementó en 0.15 de dólar; mientras que, para los países europeos, subió 0.20 de dólar.

Ante la severa contracción del consumo interno; las exportaciones, son la única palanca para crecer, según los analistas.

De una muestra de los resultados de 88 emisoras cotizantes en la *Bolsa Mexicana de Valores* (BMV), las 27 empresas exportadoras principales reportaron un crecimiento trimestral del 84.66 %, mientras que las empresas no exportadoras (las principales son 61), reportaron un crecimiento en sus utilidades de sólo el 4.79 % en el segundo semestre de 1995.

Las exportaciones de productos nacionales en el mes de noviembre de 1994, se ubicaron en 6 985 millones de dólares, mientras que las importaciones fueron por 6 076 millones de dólares.

Existen grandes posibilidades de que la industria mexicana de fibras sintéticas acceda de una manera más directa a los mercados internacionales, debido a la caída en la participación de los Estados Unidos en el mercado mundial.



La *Cámara Nacional de la Industria Textil* informa que las exportaciones aumentaron un 325 % en 7 meses.

Un estudio estadounidense calcula que las utilidades netas de las empresas mexicanas principales crecieron un 32 % en 1995, con respecto a 1994.

Las ganancias netas de las 48 empresas mexicanas estudiadas, refleja la base en la que se sustenta la economía de México.

TELMEX encabeza la lista de las empresas más rentables en el país, al generar utilidades este año (1995) por un monto cercano a los 7.8 millones de pesos.

Es así que se vuelve necesario fortalecer el comercio exterior. Pero México cuenta con limitantes para ser una potencia exportadora. Algunas de esas limitaciones son : el transporte, los trámites aduanales y la burocracia.

Estos puntos impiden al país avanzar con mayor prisa, y habrá que eliminarlos si se desea crecer económicamente.

Así mismo, el gobierno debe contemplar disminuciones en el IVA y en el ISR, y la supresión definitiva del IMPAC, como señalaron representantes de la iniciativa privada.

Estos representantes dicen que se debe disminuir el IVA del 15 al 10 %, aunque se incluyan medicinas y alimentos a la base gravable, el Estado debe promover las inversiones y no quedarse en su papel de recaudador.



2. Situación de las carreras de ingeniería.



Ingeniería. Conjunto de conocimientos y de técnicas que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y de las fuentes de energía, mediante invenciones o construcciones útiles para el hombre.

Ingeniero. ant. El que discurre con ingenio las trazas y modos de ejecutar una cosa.

Diccionario de la Lengua Española. 1984.

2.1. Antecedentes generales.

El desarrollo de la ingeniería se debe en gran parte a la experiencia práctica, acumulada a través de los siglos, de las técnicas para controlar y aprovechar las fuerzas y recursos de la naturaleza. Hasta que el hombre domesticó y aprendió a aparejar los animales de tiro su única fuente de energía fue su propia fuerza muscular. Hacia 1800 a. C. se empieza a emplear el caballo, a partir de entonces hasta la introducción de la máquina de vapor durante la Revolución Industrial, su utilización fue muy importante, pues constituyó una de las principales fuentes de energía para el transporte, la agricultura y la industria.



El trabajo humano siguió cumpliendo un papel muy importante, especialmente en la Antigüedad, época en la que la esclavitud fue una de las instituciones más características. Además del empleo de los animales domésticos, el hombre desarrolló ingenios mecánicos para complementar y sustituir la fuerza humana y animal. Uno de los más antiguos y mayores avances tecnológicos lo constituye la invención de la rueda. Entre los ingenios mecánicos que complementan la fuerza del hombre, la palanca es sin duda el más antiguo. Poco a poco la energía humana fue sustituida primero por la energía de los animales y más tarde por la energía hidráulica y la eólica.

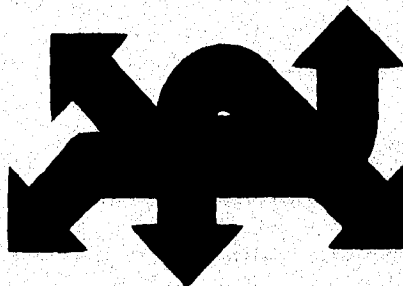
La ingeniería, como actividad encauzada hacia la solución de problemas que aquejan al individuo y a la colectividad con base en el conocimiento de las leyes de la naturaleza es, tan antigua como el hombre mismo. Esta actividad creó en el México indígena obras que aún hoy en día causan admiración.

Por su parte, la ingeniería de origen europeo se expresó de diversas maneras en lo que hoy se llama México en el periodo comprendido entre 1521 y 1770. Durante siglos, las minas mexicanas se habían explotado poco menos que irracionalmente, sin el menor asomo de planeación y, sobre todo, pensando en un beneficio inmediato. Minas inundadas, vetas perdidas y mineros descontentos se encontraban por doquier en aquellas épocas. Era pues, necesario buscar un camino que trajera conformidad a trabajadores, propietarios y gobernantes. Se procura entonces formar un cuerpo de "Ordenanzas de Minería", conjunto de leyes que permitieran un desarrollo armónico de la industria, apoyado en la formación de profesionales con estudios científicos sólidos, que serían los encargados de dirigir después esa actividad tan importante. El *Real Seminario de Minería* es fundado el 1 de enero de 1792, iniciándose, así, una etapa fecunda de la ingeniería mexicana. El país se convierte entonces en el exportador principal de conocimientos técnicos y científicos del continente.

Algunos hechos trascendentes en el México actual han contribuido al desarrollo de la ingeniería mexicana; la fundación por el presidente Calles de las *Comisiones Nacionales de Caminos y de Irrigación*, y más tarde, la nacionalización del petróleo por el presidente Cárdenas.



2.2. La crisis tecnológica¹.



“Algunos expertos y hombres prestigiados de la industria, agazapados en una corriente socialista o liberal, no se cansan de emitir juicios severos y proponer cambios esperanzadores sobre la industria y las universidades en su vector tecnológico.

Carmen Silva (1994) reporta los apoyos del CONACyT a instituciones públicas de educación superior y asegura que el reto para la universidad es convertirse en un gran centro de desarrollo tecnológico.

Ella misma reporta (1994) que el gasto en ciencia y tecnología en México creció en un 70 % en el sexenio que terminó en 1994 y que además el SIN cuenta con cerca de 1 900 investigadores en ingeniería y tecnología.

Lo anterior parece halagador pero el hecho es que la formación de investigadores en México deja mucho que desear; sólo 23 investigadores y 10 ingenieros por cada 10 000 de fuerza laboral. Esto con respecto a cantidad y en cuanto a calidad es mejor no hablar: alrededor del 40 % de los programas de posgrado relacionados con ciencia y tecnología no cuentan con un solo egresado. La participación de las instituciones de educación superior en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica es un 13 % de lo que se gastó en Estados Unidos, y un 15 % de lo que se gastó en Canadá, en 1991.

¹ RUGARCJA TORRES Armando. *El culto al conocimiento y a la crisis tecnológica*. XXXVI Convención “El ingeniero químico de frente al México actual y futuro”. Modernización en la enseñanza de la ingeniería química. Morelia, Mich. 4 al 6 de octubre de 1995.



Por otro lado, la producción tecnológica medida por el porcentaje de patentes otorgadas entre 1980 y 1994 a mexicanos en contraste con las estadounidenses guardan una proporción muy baja; 7 % contra 60 %.

El sector industrial privado en México sólo aporta un 31.6 % y el gobierno el 68.4 % del gasto nacional en investigación y desarrollo experimental.

Estados Unidos dedica el 2.6 % de su PIB a la investigación y desarrollo tecnológico, en Japón el 3 %, en Alemania el 2.8 %, en Canadá el 1.4 %, en Francia el 2.4 %, en Inglaterra el 2.1 % y en México apenas se llega al 0.3 %.

Es curioso que la antigua URSS dedicara entre el 4 y el 5 % a este aspecto social.

Lo anterior explica el comentario de Alfredo Morell y José Anaya (1991) de Industrias Peñoles: "considerando la *quasi* potencialidad que tiene el país, no tenemos una industria con orientación exportadora y la investigación y el desarrollo tecnológico adquirirán suma trascendencia en nuestro contexto globalizado".

Parece una creencia generalizada que lo más importante para el desarrollo social es el avance tecnológico tal y como lo afirmó Robert Snow, Premio Nóbel de economía en 1987.

A pesar de esta relevancia, el fantasma de la crisis tecnológica en México sigue asustando a más de un incauto, ¿por qué?

Se dice que el problema tecnológico se empezará a resolver en la medida en que cada individuo sea capaz de: comprar, adaptar, innovar y desarrollar tecnología con pertinencia social por sí mismo.

Sin embargo, no se ha caído en la cuenta, con la cobertura adecuada, que si se quiere salir de la crisis tecnológica que merodea en el país se deben poner los ojos en las personas y no en los aparatos.



Al final de cuentas, el desarrollo tecnológico depende de la formación de las personas que directa o indirectamente tienen que ver con la cuestión tecnológica : desde su gestación y desarrollo hasta su innovación.

La educación que desde hace décadas ha recibido el mexicano, ha consistido en una serie de conocimientos que *se subliman* al día siguiente de la realización de un examen.

La preparación que se deriva de esta "educación" solamente da capacitación para repetir, imitar o copiar.

Al mexicano no se le ha educado para pensar crítica y creativamente lo que implica incapacidad para aprender (comprender), resolver, y para juzgar con pertinencia qué es bueno para sí mismo o para la empresa, industria o institución en la que trabaja.

Mientras una educación crítico - creativa no toque las puertas y penetre en la escuela, la universidad y la industria (en el área de capacitación), se seguirá caminando con la vista hacia abajo, esperando a los mesías del quehacer y del desarrollo tecnológico".

Para finalizar con este tema, en la página siguiente se presenta una tabla que muestra el número de profesionales de la ingeniería registrados por la *Dirección General de Profesiones* (SEP) durante los años 1990 a 1995.

Cabe señalar que las 16 ingenierías señaladas en esta tabla agrupan a 165 carreras de ingeniería pero, por brevedad, se agruparon como se indica. También, se hace una separación por sexo (*masculino* y *femenino*) para poder observar el comportamiento de las cifras dadas de acuerdo con este dato.

Para esta tabla se contabilizaron las ingenierías desde la mecánica, la industrial y la civil hasta la química nuclear y la municipal, pasando por la ingeniería naval, la textil y la física.



Profesionales del área de la ingeniería en México.

Carrera	1990		1991		1992		1993		1994		1995		Total
	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	
Aeronáutica	88	8	38	2	0	0	72	1	0	0	103	2	314
Ambiental	6	2	1	3	3	3	10	4	9	7	9	14	71
Biomédica	14	13	10	15	7	10	21	11	26	17	23	13	186
Civil	2 898	293	3 159	515	2 684	275	2 840	272	2 741	370	2 211	192	18 150
Computación y Sistemas	473	229	629	351	975	480	1 029	563	1 089	597	867	398	7 681
De Energéticos	143	9	98	14	77	5	69	8	36	8	36	2	505
De Minas y Metalurgia	75	5	72	7	132	11	87	10	104	11	179	11	704
Eléctrica y Electrónica	2 005	114	1 534	94	1 726	139	1 558	169	1 619	154	1 793	150	11 042
Electromecánica	73	3	185	3	145	6	145	9	135	8	217	7	936
Geofísica y Geológica	205	39	127	27	157	37	114	25	114	16	136	19	1 006
Industrial	2 065	429	2 790	555	2 628	584	2 376	620	2 860	690	2 342	599	18 838
Mecánica	1 639	53	1 746	77	2 129	113	2 104	122	2 357	154	2 070	111	12 675
Naval	50	3	65	4	66	3	37	2	0	0	215	5	450
Química	1 229	689	1 326	821	1 406	755	1 389	918	1 542	815	1 243	764	12 897
Textil	53	23	20	10	52	35	29	32	43	24	73	53	447
Topografía y Geodésica	48	6	130	9	112	12	89	13	122	7	212	14	774
Total	11 064	1 908	11 930	1 307	12 299	2 474	11 969	2 779	12 797	2 778	11 729	2 342	86 376
Total Anual	12 972		14 237		14 773		14 748		15 875		14 071		86 376



2.3. La profesión.



En uno de los últimos escritos del doctor Emilio Rosenblueth manifiesta un concepto sobre lo que es la ingeniería :

“... la ingeniería es una profesión, no un arte, una ciencia ni una técnica. Estas categorías comparten herramientas, actividades y propósitos. Sus diferencias son cuestión de énfasis. En el arte el propósito sobresaliente es la expresión; en la ciencia, el acercamiento a la verdad; en una profesión el servicio a la sociedad. Además los conocimientos que requiere un técnico, se hayan en los manuales, lo que le interesa de cualquier problema está resuelto. En cambio para el profesional cada problema es algo nuevo.”

“... el ejercicio de una profesión no está exento de valores estéticos - incluyendo la elegancia - del rigor y la veracidad, pero, a diferencia de lo que ocurre con las demás categorías, el valor supremo es la utilidad.”

“... el servicio que preste el profesional debe ser el mejor posible; debe optimar las consecuencias que para la sociedad tengan las decisiones que haga. Con tal fin debe aprovechar todos los conocimientos que posee y los debe adquirir y procesar. Son la experiencia de diversas ramas de la ciencia las fuentes de sus conocimientos que lo guían en sus decisiones.”

Dado lo anterior, se tiene que el ejercicio profesional no se puede concebir sin una vinculación estrecha con la sociedad ya que todo acto realizado por un profesional de la ingeniería debe estar orientado a satisfacer una necesidad humana o a mejorar la condición de vida.



El censo de 1990¹ registró a 1 897 377 profesionistas de todas las ramas, entendiendo a estos como personas que declararon haber aprobado cuando menos cuatro años en el nivel de educación superior y tienen 25 años o más de edad, cifra que equivale a siete veces la registrada en 1970, cuando el censo reportó 267 012 en esa categoría.

Resulta importante el poder comparar que según el departamento de trabajo de los Estados Unidos existen registrados 2 400 000 ingenieros de todas las disciplinas, cantidad superior a la que se ha mencionado como el total de los profesionistas en nuestro país.

¿Dónde se sitúa el ingeniero? Si se habla de la cadena Ciencia - Ingeniería - Técnica - Tecnología, se estará consciente de que la actividad del ingeniero se manifiesta a lo largo de esta cadena en ambos sentidos.

La ingeniería se basa en el estudio y el dominio de las ciencias físico - químico - matemáticas, y de ellas puede derivar hacia la investigación de las mismas, o, apoyándose en ellas, dedicarse a la actividad propia del ingeniero de hacer cosas.

El ingeniero sabe apreciar los valores que hay en otras personas.

Como fruto de su humanismo integrador, no discrimina otras disciplinas aún diversas totalmente a las suyas.

No se cierra a las corrientes del pensamiento.

Comprende los humanismos diversos de los demás y desearía en muchas ocasiones introducirse más en algunos de ellos.

La ingeniería es, sin duda alguna, una de las carreras que definitivamente imprime carácter. Quien la estudia queda marcado por ella y no le queda más remedio que empezar a percibir el mundo en los términos de la disciplina.

¹ En el momento en el que fue escrita esta parte, el INEGI todavía no publicaba la información obtenida del censo de 1995 y proporcionaba información del censo de 1990 como si fuese del censo de 1995.



Una de las enseñanzas grandes de una carrera tan ardua como la de ingeniería, con sus materias propedéuticas de carácter netamente abstracto y sus materias sustantivas de carácter pragmático y exacto, se convierte en una disciplina ideal para que el estudiante pierda el temor a enfrentarse a todo aquello que se le presente como difícil y complejo en la vida. Muchas veces a lo largo de las experiencias personales se deben enfrentar problemas ya no técnicos sino cotidianos y que implican muchas variables, que requieren paciencia y talento para ir desentrañando cada una de sus incógnitas.

El ejercicio libre de la profesión no es sólo un derecho adquirido mediante el esfuerzo cotidiano para prepararse en los espacios dedicados al estudio y a la práctica, también es una responsabilidad muy grande consigo mismo y un compromiso con la sociedad por lo que sus consecuencias materiales políticas y sociales son ámbito y responsabilidad del ingeniero.

La calidad en el ejercicio profesional depende de la actitud, las motivaciones y los valores del profesionista, del modo como viva su vocación, del modo como emplee sus conocimientos y capacidad en beneficio de la comunidad a la que se debe.

Ejercer una profesión es interactuar con su sociedad utilizando los conocimientos adquiridos con la educación formal y la capacidad desarrollada en la práctica, alrededor de una vocación, para participar en la creación de los bienes y servicios socialmente necesarios. Ejercer la profesión de ingeniero quiere decir utilizar los conocimientos y las habilidades en la transformación de los recursos mediante las tecnologías más adecuadas para producir los bienes y servicios que demanda la sociedad. Si se piensa en la vida cotidiana, todos los bienes y servicios que utiliza el ser humano día con día, son producto de la investigación, el diseño y el proceso productivo donde están comprometidos los ingenieros, la búsqueda de la satisfacción total del hombre, de alcanzar una calidad de vida mejor, es la razón de ser de la ingeniería y el ejercicio profesional del ingeniero, debe, por ello, conjugar la ética, el esfuerzo y la vocación con la explotación de recursos, la producción de bienes y servicios y la utilidad resultante.



Creatividad es el nombre del juego en el ejercicio profesional del ingeniero y ello tiene que ver con la investigación y el desarrollo.

Desgraciadamente, México, no cuenta con una cultura en investigación y desarrollo tecnológico que le permita pensar en el liderazgo de algún campo.

La adquisición y la operación de la tecnología (que en la mayoría de los casos es extranjera) es la etapa que impera en la ingeniería mexicana, salvo casos de excepción en los que existe no sólo la adaptación y el mejoramiento sino también la innovación.

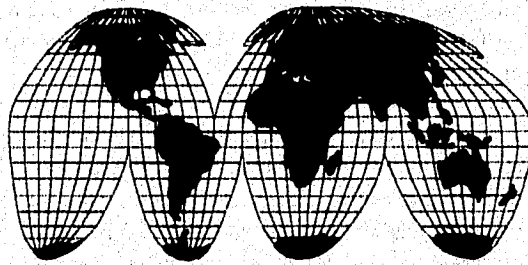
Líderes tecnológicos.

Tecnología nueva	Líder actual	Líder futuro probable
Materiales avanzados	Japón	Japón
Semiconductores	Japón	Japón
Digitalización de imágenes	Japón/Europa	Japón
Almacenaje de información	Japón	Japón
Superconductores	No hay un líder	Japón
Inteligencia artificial	Estados Unidos	Estados Unidos
Biología	Estados Unidos	Japón
CIM flexible	Estados Unidos	Japón
Computación avanzada	Estados Unidos	Estados Unidos
Equipo médico	Estados Unidos	Japón
Sensores	Estados Unidos	Japón

El ejercicio profesional de los ingenieros mexicanos demandará asimilar la cultura de la creatividad si no desean dejar el liderazgo de la ingeniería en México en manos de los extranjeros.



2.4. La globalización y el ejercicio profesional del ingeniero.



Con un mercado protegido por muchos años, con muy poca competencia interna, avanzar tecnológicamente no representaba necesidad alguna y la actualización de los ingenieros mexicanos se presentaba en pocos casos y con metas poco ambiciosas.

La globalización o integración mundial está imponiendo formas nuevas para producir, demanda una gran capacidad de respuesta para transferir y adaptar las tecnologías y formas de comerciar recientes.

Ahora, la competencia obliga a sacar al mercado productos nuevos en lapsos muy cortos.

Todo ello requiere de calificaciones técnicas y laborales nuevas en todos los niveles, pero, sobre todo, requiere un cambio de actitud, una actitud preparada para el cambio, una disposición de aceptación a los retos de la era nueva para el ejercicio profesional de la ingeniería. La puerta más cercana de la globalización es, para los ingenieros mexicanos, el *Tratado de Libre Comercio* con Estados Unidos y Canadá. Los requisitos académicos mínimos para ejercer algunas profesiones en Estados Unidos no son, en muchos casos, cumplidos por las carreras que se imparten en las instituciones de educación superior de México, por lo que es muy importante fomentar acuerdos para homologar a los profesionistas de los tres países.



Sin embargo, la aplicación de acuerdos no hará automática la posibilidad de penetrar en el mercado de los servicios profesionales, para ello, será necesario crear en los ingenieros la costumbre de la actualización profesional, del aprendizaje del idioma de los países signatarios del T.L.C al nivel de competitividad.

Estas condiciones representan un desafío que habrá de enfrentarse con el esfuerzo personal de cada profesionista y con recursos adicionales para la educación técnica y superior, tanto en las instituciones públicas como en las privadas y en plazos muy cortos pues, de otra manera, los profesionistas mexicanos estarán en desventaja con sus colegas canadienses y estadounidenses.

Actualmente se vive una reestructuración de valores, creencias, estructuras económicas y sociales, conceptos y sistemas políticos, y de las visiones del mundo. El mundo que va a surgir de todo esto será muy distinto de lo que se puede imaginar.

Por ejemplo, el liderazgo social residirá en los que saben cómo asignar conocimiento para su empleo productivo mediante especialistas y empleados especializados, tal como los ejecutivos actuales saben manejar el capital para hacerlo productivo. Los ingenieros desempeñan aquí un papel protagónico.

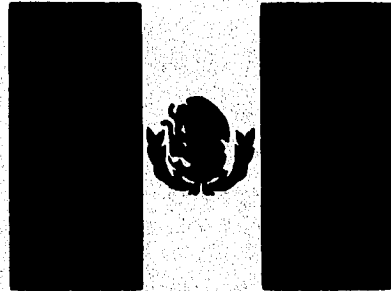
Uno de los cambios mayores en los países capitalistas desarrollados es su cambio hacia sociedades del conocimiento, al pasar el centro de gravedad social del trabajo manual industrial al trabajo con base en el conocimiento¹.

El centro de gravedad de la producción, en especial, en la industria, pasa de los trabajadores manuales a los *de conocimiento*, creando más puestos de trabajo de nivel medio que los correspondientes a los obreros desplazados. La ingeniería es uno de los motores de estrategias del desarrollo de la sociedad actual, junto con la investigación básica y aplicada y la innovación consecuente.

¹ Drucker, Peter. Post-Capitalist Society. Harper Business, 1993.



2.5. El lugar del ingeniero dentro de la sociedad mexicana.



2.5.1. En la sociedad política.

Se dice que los ingenieros son políticos malos. Y se dan razones.

Que su estructura lógica y metódica de pensamiento los hace negociadores pésimos y concertadores peores.

Que el arte de la política es ambiguo y que los ingenieros tienen estructuras mentales demasiado prácticas.

En toda la historia del México independiente sólo se ha visto un presidente ingeniero, Pascual Ortiz Rubio. Esto puede apoyar lo que se expone antes.

En la página siguiente, se muestra una tabla en la que se enumeran por profesión la mayoría de los miembros del poder legislativo, las cifras incluyen diputados, senadores y asambleístas.

Considerando la información dada en esta tabla se ve que el cuarto lugar (de doce) lo ocupan los ingenieros (casi un 10.5%).



Las profesiones en el Poder Legislativo.

Profesión	Número	Porcentaje
Abogado	160	28.93
Sin licenciatura	78	14.10
Sociales y Administrativas	66	11.93
Ingeniería	58	10.49
Economía	51	9.22
Profesor	46	8.32
Contador	35	6.33
Medicina	35	6.33
Humanidades	14	2.53
Arquitectura	7	1.27
Militares	2	0.36
Matemáticas	1	0.18
TOTAL	553	100.00

Fuente: Diccionario Biográfico del Gobierno Mexicano. FCE. 1993.

Nota: No se contabilizó el total (500 diputados, 64 senadores y 66 asambleístas) porque sus datos no aparecen en el diccionario. Mayo, 1994.



2.5.2. En la sociedad profesional.

En la tabla siguiente, con datos del censo de 1990¹, se muestran las personas de 25 o más años con al menos 4 años de licenciatura terminados y su distribución por profesiones.

Representan casi al 6% de la población de 25 o más años.

Son todavía pocos, aunque este porcentaje haya aumentado espectacularmente, en 20 años: en 1970, era el 1%.

Los profesionales en el censo de 1990.

Campo	Número	Porcentaje
Ingeniería	312 493	16.47
Ciencias Médicas	289 550	15.26
Contaduría	201 765	10.63
Ciencias Sociales	166 398	8.77

¹ En el momento en el que fue escrita esta parte, el INEGI todavía no publicaba la información obtenida del censo de 1995 y proporcionaba información del censo de 1990 como si fuese del censo de 1995.



Administración	152 073	8.01
Derecho	141 539	7.46
Ciencias Exactas y Naturales	96 267	5.07
Educación	71 950	3.77
Arquitectura y Diseño	68 660	3.62
Agronomía	68 259	3.60
Humanidades y Artes	32 733	1.73
Sin especificar	295 690	15.58
TOTAL	1 897 377	100.00

Población de 25 ó más años 32 117 310
Porcentaje de profesionales 5.9 %

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI 1990

Nota: Un profesional para el censo se tomó como una persona de 25 años o más que hubiera cursado por lo menos 4 años de licenciatura

Predominan firmemente los ingenieros entre los profesionales de la sociedad. Se agruparon para esta concentración a todas las ingenierías que los estudios censales listan por separado.

Es así que el 16.47 % de los integrantes de la sociedad profesional son ingenieros.

Cabe mencionar que en el grupo de las Ciencias Médicas se incluyen los odontólogos, los veterinarios y las enfermeras con licenciatura.



De la información obtenida del censo, se supo que la actividad principal del 30 % de los ingenieros no era la ingeniería. Si se tomara a los ingenieros 10 años después de recibidos, tal vez, el 60 % de ellos ya no se dedicará a la ingeniería. Serán jefes de otras personas que hacen el trabajo. Muchos y variados trabajos son dirigidos por ingenieros.

Así, de hecho, la ingeniería forma dirigentes buenos para muchas actividades distintas a su profesión original : ejecutivos, funcionarios, empresarios. Esto sucede también, pero no en números grandes, en las otras profesiones tradicionales como derecho y contaduría.

En un grado mucho menor ocurre en las ciencias médicas : la mayoría de los médicos se dedican a su profesión toda su vida y no se diga los odontólogos. Es probable que lo anterior se deba a la formación que se obtiene a través de la carrera, a la vocación que tenga cada persona, a las retribuciones de la actividad profesional, etc.

Los profesionales con cédula.

Otra manera de ver la presencia de los ingenieros en la sociedad es examinando las cédulas profesionales expedidas. En la tabla siguiente se muestra un concentrado de todas las cédulas profesionales otorgadas por licenciaturas desde que comenzó el registro en 1947, hasta fines de 1993.

Cédulas profesionales expedidas. Licenciaturas, 1947 - 1993.

Campo	Número	Porcentaje
Ingenierías	245 121	22.72



Ciencias Médicas	263 256	23.86
Contaduría	126 213	11.44
Ciencias Sociales	58 201	5.27
Administración	76 096	6.90
Derecho	107 932	9.78
Ciencias Exactas	18 736	1.70
Educación	55 096	4.99
Arquitectura	62 140	5.63
Ciencias Agropecuarias	56 378	5.11
Humanidades	34 231	3.10
TOTAL	1 103 400	100.00

Fuente: Registro de Cédulas Profesionales.
Dirección General de Profesiones, SEP.

Nota: Además reciben cédulas los técnicos y los posgraduados. Hasta febrero de 1994 los números de cédulas otorgadas eran los siguientes:

Técnicos 801 546 Maestrías 11 216 Doctorados 1 119

En total han recibido cédula para el ejercicio profesional por licenciatura un poco más de 1 100 000 personas. Se supone que los más antiguos las obtuvieron a los 25 años, los de mayor edad tendrían hoy unos 70 o 75 años y, salvo accidentes, casi todos viven. De nuevo predominan los ingenieros y los profesionales de la salud con los porcentajes señalados.

Situación de las carreras de ingeniería.



En la tabla que se muestra ahora, se observa una comparación entre los contados por el censo y los que recibieron cédula, en un corte hasta 1990 para hacer los números comparables y sólo para los 5 campos tradicionales : ingeniería, ciencias médicas, contaduría, administración y derecho. En promedio sólo el 53.55 % tiene cédula.

Profesionales por carreras tradicionales.

Campo	Censo de 1990	Con cédula de 1950 a 1990	Porcentaje con cédula
Ingeniería	312 493	189 113	60.52
Ciencias Médicas	289 550	222 079	77.01
Contaduría	201 765	85 941	42.59
Administración	152 073	52 353	34.43
Derecho	141 539	75 111	53.21
TOTAL	1 097 420	625 704	53.55 (promedio)

Nota : Todos los campos
(11 campos)

1 897 377

1 105 400

Porcentaje

57.84

56.71

Fuente : XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI 1990.
Registro de Cédulas Profesionales.
Dirección General de Profesiones, SEP.

En la tabla y gráfica siguientes se puede ver la evolución en el otorgamiento de cédulas para los cinco campos tradicionales durante los ocho quinquenios que van desde 1950 hasta 1990.

Los datos están acumulados al fin del quinquenio. Se pueden observar algunas cosas importantes.



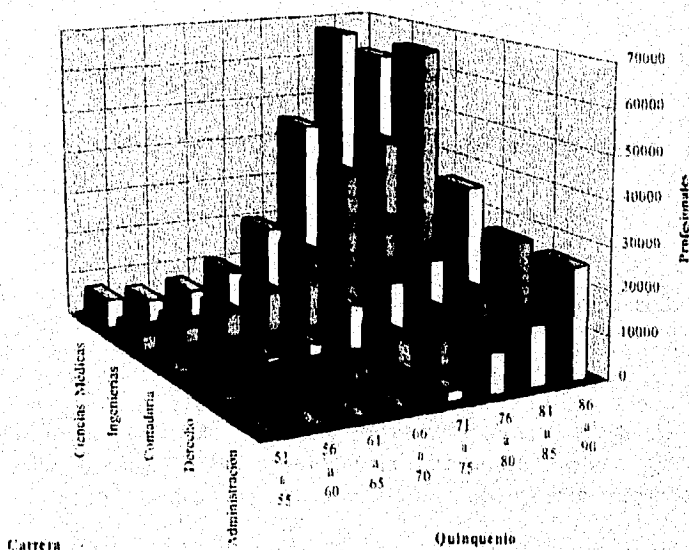
El número de profesionales en todos los campos comenzó a crecer muy rápidamente a partir de los años 70. Aquí se nota con toda claridad el resultado de una política de apoyo a las universidades durante toda la década.

Para 1990 el número de profesionales con cédula era entre 8 y 30 veces mayor que en los años 50.

Pero sin duda el crecimiento más espectacular en estos 40 años lo dieron las ciencias médicas y las ingenierías.

Profesionales registrados por periodo.

Quinquenio	Ciencias Médicas	Ingenierías	Contaduría	Derecho	Administración
51 a 55	7 006	4 343	489	2 928	3
56 a 60	5 698	4 575	806	2 183	1
61 a 65	6 541	6 560	1 512	2 712	0
66 a 70	10 243	10 073	3 195	4 271	4
71 a 75	19 925	18 433	10 739	8 623	2 888
76 a 80	44 882	36 666	14 938	12 794	9 619
81 a 85	67 404	43 600	19 107	15 718	14 161
86 a 90	61 280	64 863	35 155	26 689	25 677
TOTAL	222 979	189 113	85 941	75 318	52 353



Una reducción drástica de matrícula en las carreras de medicina comenzó a observarse hacia 1980 y para fines de 1990 ya el número de cédulas otorgadas en las ciencias médicas fue menor que en el quinquenio anterior.

Por el contrario, las ingenierías siguen creciendo a la tasa mayor que todas las profesiones. Se confirma la presencia cada vez más numerosa de los ingenieros en la sociedad.

¿Esto será bueno o malo?

¿Eseca presencia aún?

¿Refleja la sociedad en su conjunto la presencia dominante de los ingenieros?



2.5.3. En la sociedad educadora.

Las matrículas.

Durante el año de 1993 se registraron en educación superior más de 1 140 000 alumnos de licenciatura en México, de los cuales el 26 %, más de la cuarta parte, estaban estudiando alguna carrera de ingeniería.

Está muy claro cuál es la matrícula mayor en la tabla siguiente.

Matrícula de Licenciaturas. 1993.

Campo	Número	Porcentaje
Ingenierías	298 388	26.14
Ciencias Médicas	110 411	9.67
Contaduría	152 338	13.34
Ciencias Sociales	186 353	16.32
Administración	110 387	9.70

Situación de las carreras de ingeniería



Derecho	117 738	10.31
Ciencias Exactas y Naturales	22 240	1.95
Educación	15 882	1.39
Arquitectura y Diseño	72 873	6.38
Agronomía	35 621	3.12
Humanidades y Artes	19 337	1.69
TOTAL	1 141 568	100.00

Fuente: Subsecretaría de Educación Superior, SEP

Caben dos comentarios al comparar estos porcentajes con los de los profesionales.

Los que estudian ciencias médicas están disminuyendo y los agrupados en ciencias sociales, que incluye economía, ocupan ahora el segundo lugar, pero todavía muy por debajo de las ingenierías.

La tabla y gráfica mostradas a continuación muestran la evolución de las matrículas de algunas carreras, las más antiguas, durante los años últimos.

Evolución de la matrícula de algunas carreras.

Año	Medicina	Derecho	Contaduría	Administración	Arquitectura	Ingenierías
80	91819	61052	44026	40327	29405	
81	89796	66157	49554	47533	31409	
82	84438	70243	58601	50916	34621	

Situación de las carreras de ingeniería

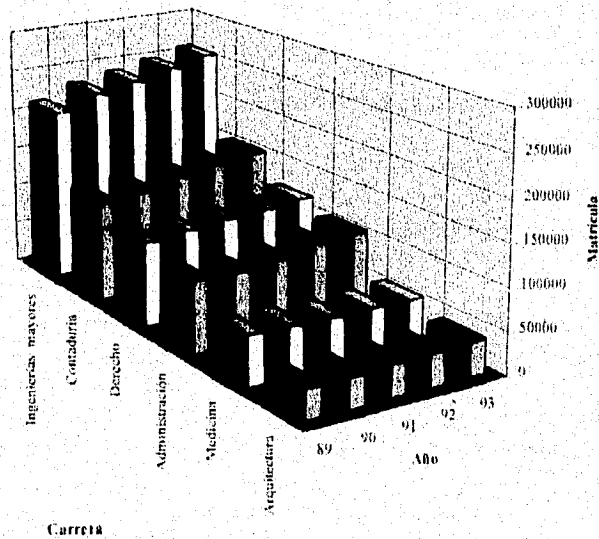
El lugar del ingeniero dentro de la sociedad mexicana



83	77322	73800	64681	56268	35257	
84	73531	81702	76197	62118	36553	
85	66201	83930	88244	65877	37024	
86	64853	91144	102462	75997	38837	
87	60138	93781	102932	80312	38190	
88	60096	100482	117216	85213	38745	
89	60521	103482	123748	88889	38196	211 595
90	57667	106806	129758	88861	38684	227825
91	56472	111584	140195	92911	39790	237123
92	57315	116160	146868	102018	39587	247123
93	55591	118383	152338	104912	41927	256781

Nota: Las discrepancias entre las matrículas de derecho y administración en 1993 de esta tabla se deben a diferencias de las fuentes.

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, 1994.





Las matrículas de las ingenierías.

Si se toman a las ingenierías mayores (civil, electrónica, mecánica - electricista, industrial y de computación), en su conjunto, la matrícula no sólo es de dos a tres veces más grande que cualquier otro grupo de carreras, sino que está creciendo a una velocidad aún mayor.

Esta aseveración, cierta para el conjunto de carreras, no se aplica a todas de la misma forma como se demuestra en la tabla y gráfica siguientes.

Ingenierías con matrícula mayor.

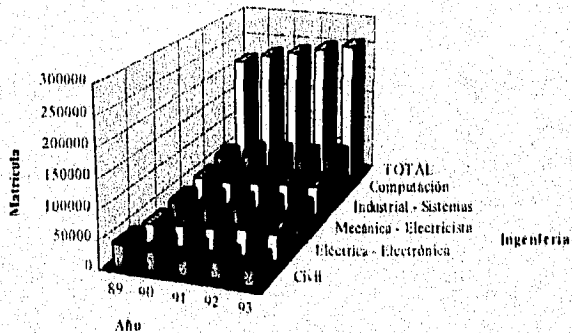
Año	Civil	Eléctrica Electrónica	Mecánica Electricista	Industrial Sistemas	Computación	TOTAL
80	31 894		25 971	21 581		
81	33 839		25 430	25 441		
82	35 537		27 384	24 269		
83	38 065		26 693	26 455		
84	41 375		27 558	28 566		
85	42 347		28 902	30 832		
86	42 187		31 075	35 786	29 864	
87	41 115		31 471	38 699	36 235	
88	41 862		33 884	40 516	42 238	
89	42 297	34 906	38 009	43 759	52 624	211 595



90	38 693	39 831	40 321	45 006	63 974	227 825
91	35 147	42 777	41 979	48 365	68 855	237 123
92	34 848	48 172	42 913	51 997	69 193	247 123
93	34 603	46 858	45 205	55 200	74 915	256 781
TOTAL	185 588	212 544	208 427	244 327	329 561	1 180 447

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior.

Nota: La matrícula total en ingenierías en 1993 fue de 298 388. Las 5 carreras con números mayores representan el 86 %.



El crecimiento más rápido fue el de las ingenierías en computación y sistemas. Pasó, en 8 años, de casi 30 000 alumnos a casi 75 000 (creció un 250 %, aproximadamente).

En sentido opuesto va la ingeniería civil, la más antigua de todas: creció lentamente los primeros años de la década pero desde 1985 comenzó a bajar su matrícula y en 1993 está prácticamente al nivel que tenía en 1981.



Lo mismo le empieza a pasar ahora a la matrícula de las ingenierías eléctrica y electrónica. Las matrículas de ingeniería mecánica e industrial han tenido crecimientos moderados.

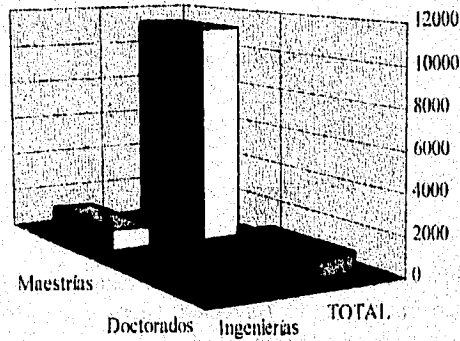
Los posgraduados escasos.

En la tabla siguiente se recopilan los números de las cédulas otorgadas a posgraduados en la *Dirección General de Profesiones* desde 1947 hasta febrero de 1994. Aunque puede haber otros posgraduados en el país que no se registraron, porque no lo necesitan, y otros más que obtuvieron sus grados en el extranjero, las cifras preocupan por su pequeñez. Aquí la proporción de ingenieros respecto al total es mucho menor que en las licenciaturas: 10 % de las maestrías registradas y sólo un poco más del 3 % de los doctorados. Desde luego los ingenieros no predominan en los posgrados.

Los pocos posgraduados.

	Maestrías	Doctorados	Total
TOTAL	11 216	1 119	12 335
Ingenierías	1 120	38	1 158
Porcentaje	9.99 %	3.40 %	9.39 %

Fuente: Registro de Cédulas Profesionales.
Dirección General de Profesiones, SEP.
Febrero de 1994.



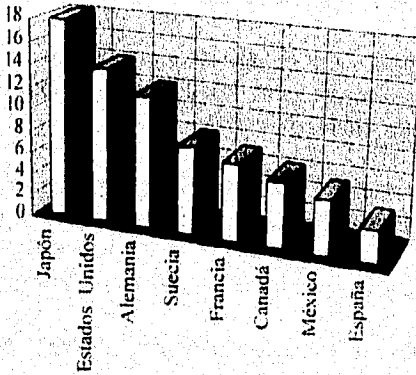
El grupo de doctorados, el que aporta conocimientos científicos y tecnológicos nuevos, es minúsculo. Sin duda, una de las superioridades grandes de inversión en los años venideros debe hacerse en los posgrados para pensar en acortar un poco la distancia que separa a México de sus socios Canadá y Estados Unidos. Algunas cifras bastan para medir esa distancia. En México hay 5 ingenieros por cada 1 000 habitantes; en Canadá la cifra es de 6 y en los Estados Unidos, 14. Si se pensara que el número óptimo es el de Estados Unidos, se tendrían que multiplicar por 3 el número de México para alcanzarle. No está tan mal. Pero las cifras se vuelven peores en los doctorados. Considerando todas las ingenierías, en México se dan 5 doctores anualmente, mientras que en Estados Unidos se dan 5 000.

Proporción de Ingenieros en algunos países.

País	Número de Ingenieros por cada 1 000 habitantes
Japón	18
Estados Unidos	14



Alemania	12
Suecia	8
Francia	7
Canadá	6
México	5
España	3



Número de ingenieros por cada 1000 habitantes

Tomando en cuenta lo anterior, parece que es muy claro que los planes y programas para formar ingenieros en todas las carreras, salvo las de computación, han sido rebasados por la introducción de la informática, las computadoras y los paquetes.

Toda la sociedad sabe que la habilidad básica que se requiere para un primer trabajo es usar un paquete de cómputo.



Así, por la lujuria de las computadoras, se ha enseñado a usarlas y poco se ha reflexionado sobre su poder enorme para ayudar a enseñar matemáticas, para generar con gran velocidad muchas ilusiones e inducir en los alumnos una noción de estimación que se adquiere con la experiencia y los años vividos.

No se enseña física y matemáticas aplicadas a los ingenieros futuros sabiendo que existen las computadoras.

Se siguen utilizando ejemplos irreales, dedicando una cantidad de tiempo muy grande a estudiar soluciones cerradas.

Sin duda, se debe pensar otra vez en lo que debe ser el tronco común de la enseñanza de todas las ingenierías.

Si no se hace rápidamente, los ingenieros verdaderos serán los sacerdotes que hacen los paquetes, y todos los demás ingenieros lo serán en computación, como usuarios simples.

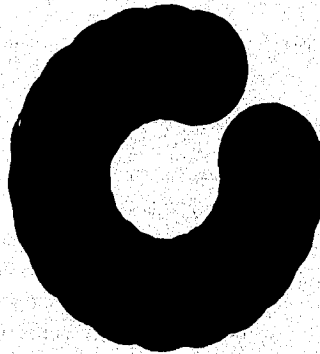
La otra cosa que piensan los estudiantes y sus padres es que la ingeniería es una profesión convertible, sin darse cuenta de que es la aplicación tecnológica con las incertidumbres e imprecisiones de la vida real lo que completa la formación y produce creadores verdaderos.

No se debe enseñar a usar la computadora, se debe usar para enseñar a pensar.

Vale la pena, aunque sea en pocas líneas, llamar la atención con la alarma sobre el estado de los posgraduados en México.

Existen números ínfimos de alumnos en los posgrados, así como pocos profesionistas posgraduados, los cuales son vitales.

Si no trata de dar solución a este problema, se volverá crónico y el país será capaz, en el futuro, de importar una tecnología buena y no una mala sin pedir asesoría a un experto extranjero.



2.6. Situación actual del ingeniero.

Las tareas que han sido tradicionalmente provincia de los ingenieros están sufriendo cambios rápidos y grandes en virtud al menos de 3 fuerzas externas influyentes:

- La evolución rápida de las tecnologías propias de la ingeniería, particularmente del arribo de la computadora, pero las demás herramientas de la informática también revolucionan la vida del ingeniero y por lo tanto los conocimientos y destrezas que debe poseer para reunir datos, analizar información publicada, diseñar, dibujar, especificar, acotar, describir, operar, corregir, analizar y reproducir en forma evolucionada sus productos.
- La globalización de la economía; está resuelta en que ni los proveedores ni los clientes, y frecuentemente ni siquiera los socios extranjeros comparten la cultura de los socios mexicanos y, estos, ni siquiera conocen, en la mayoría de los casos, la cultura de los posibles clientes y socios extranjeros.

Se cosecha así la impertinencia de décadas de aislamiento, de cultivar en el extranjero una imagen artificial de las capacidades, potencial y carencias de los mexicanos. Ahora, tan sólo la necesidad de enseñar inglés a cientos de miles de aspirantes a ingenieros parece una tarea titánica.

La apertura a la globalización es probablemente la causa más importante de cambio en la sociedad mexicana actual.



- La evolución en las aspiraciones, las predilecciones y opciones de la sociedad moderna. En parte por las 2 razones anteriores, el mexicano prefiere, en muchos casos, los bienes y servicios producidos por extranjeros: prefiere pan de un trigo que no se cultiva en este país, procesado en máquinas que no existen en México; los niños optan por juguetes que ni los adultos entienden como están diseñados, que decir de la ropa, las vacaciones, el auto... ya hasta el trabajo. Sin duda se prefiere la vida en la aldea global a la cotidianidad y provincialismo de antaño, así cueste tranquilidad social, tradición, valores superiores como la lealtad, la familia, la nación.

Las ocupaciones nuevas del ingeniero son, por lo tanto, bien distintas a las de antes.

El modelo social de referencia.

Las ocupaciones del ingeniero mexicano del futuro se enmarcan en el entorno social que corresponderá a las clases profesionales del futuro. Quien sepa construir el futuro de esas clases sabrá qué ingeniero se requerirá.

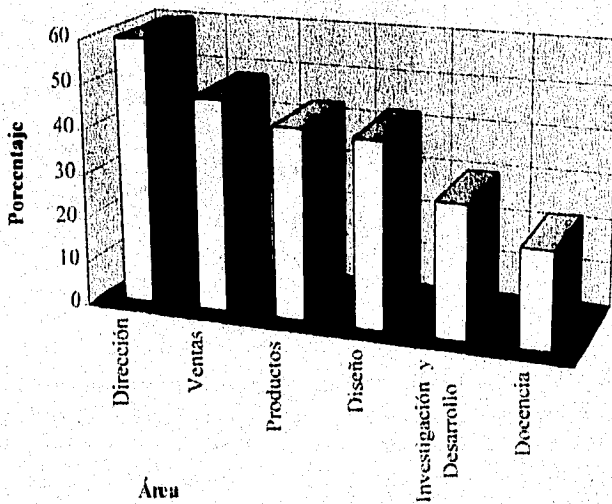
Sin embargo, la traslación de las características del ingeniero extranjero a nuestro país no es suficiente: quienes proponen que la diferencia principal entre el ingeniero que se tiene en México actualmente y el que éste requerirá es el dominio del inglés apenas ven la superficie del problema.

Puede preverse que el ingeniero mexicano del futuro será más cosmopolita, más informatizado y menos patriota. Tal vez persiga los estándares de calidad que se dice que siempre se buscan pero que, en realidad, pocas veces se alcanzan. Si no se hace bien, ese ingeniero futuro posiblemente será menos consciente de su pasado y más motivado por el dinero.



Brechas en sueldos con respecto a Estados Unidos (por ocupación).

Área	Porcentaje
Dirección	60
Ventas	48
Productos	43
Diseño	42
Investigación y Desarrollo	30
Docencia	22

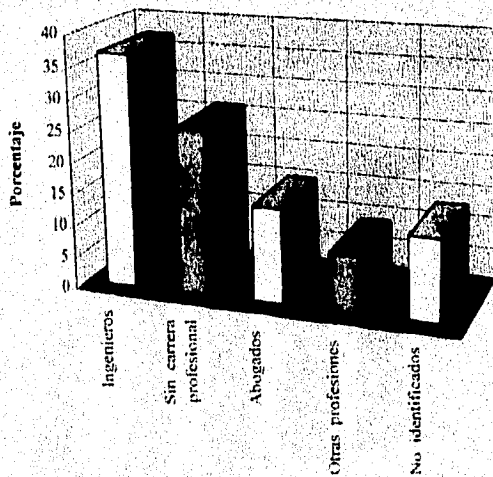




Profesión del presidente o director general.

Un porcentaje alto de las cien empresas principales en México son dirigidas por ingenieros.

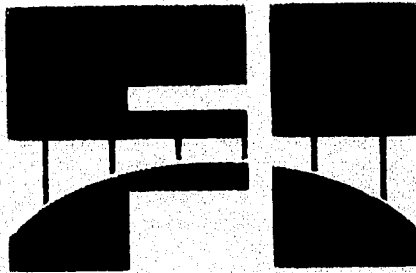
Ingenieros	37%
Sin carrera profesional	26%
Abogados	15%
Otras profesiones	9%
No identificados	13%



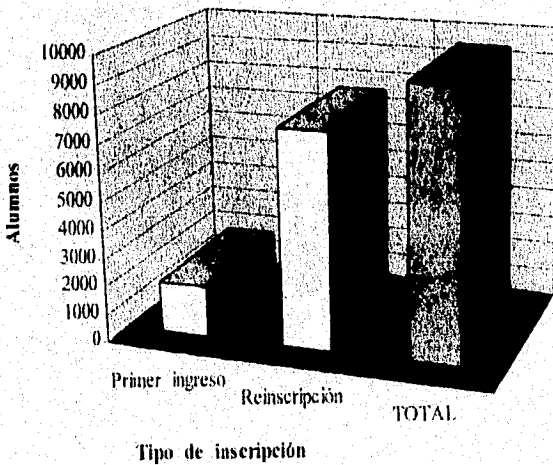
No es posible generalizar al hablar de la "ingeniería mexicana", es necesario distinguir la situación de las diversas "ingenierías" y sus aplicaciones o funciones. La ingeniería de las obras grandes de infraestructura sí ha logrado desarrollar capacidades de diseño e innovación, no así la ingeniería en la industria; la fortaleza de ésta se encuentra en la operación. La tecnología como factor competitivo es una debilidad de México. Ni el sector público ni el privado han cumplido, cabalmente, su parte.



2.7. Situación de los alumnos de la Facultad de Ingeniería, UNAM¹.



La inscripción de alumnos al semestre lectivo 1996 - I, se integró con 1 838 alumnos de primer ingreso y 7 637 alumnos de reingreso, haciendo un total de 9 475 alumnos inscritos.



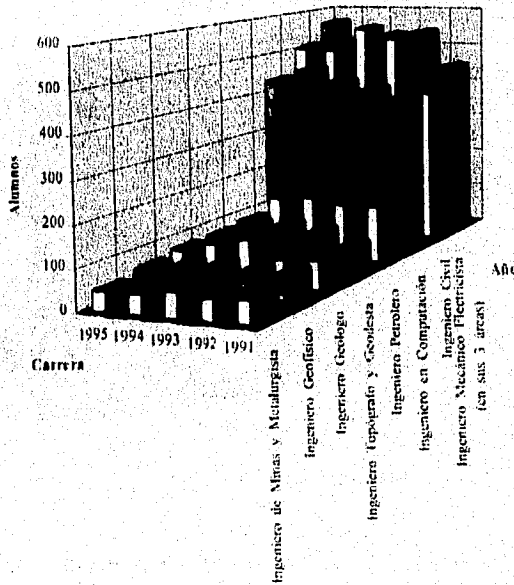
A continuación, se presentan algunas características importantes de los alumnos de la Facultad que pertenecen a generaciones recientes.

¹ Primer Informe del Director Ing. José Manuel Covarrubias Solís, 1995. Facultad de Ingeniería, UNAM, Enero de 1996.



Alumnos de primer ingreso.

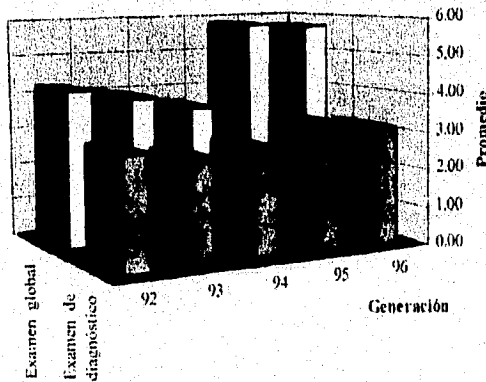
Carrera	1991	1992	1993	1994	1995
Ingeniero Civil	395	518	560	506	507
Ingeniero Mecánico-Electricista (en sus 3 áreas)	444	416	528	517	562
Ingeniero Topógrafo y Geodesta	69	68	109	100	78
Ingeniero en Computación	395	417	431	440	433
Ingeniero de Minas y Metalurgia	57	55	64	51	50
Ingeniero Geólogo	77	75	114	96	75
Ingeniero Petrolero	148	146	160	133	83
Ingeniero Geofísico	74	83	79	73	62





Calificaciones en los exámenes de diagnóstico y global para las generaciones últimas.

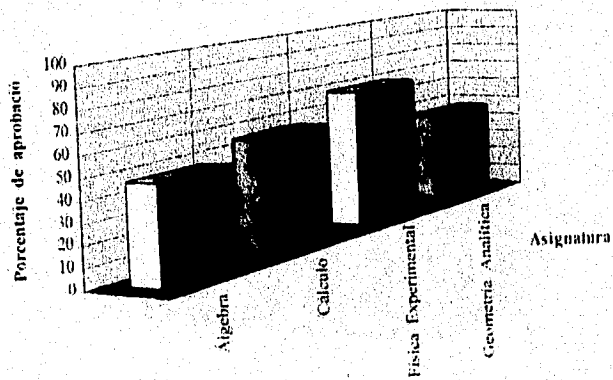
Generación	Promedio en el Examen de diagnóstico	Promedio en el Examen Global	Número de alumnos
92	2.93	4.10	589
93	2.68	3.90	594
94	2.82	3.55	948
95	3.33	5.00	1,007
96	3.10	5.70	1,076





Índices de aprobación de algunas asignaturas del primer semestre de las generaciones 94 y 95.

Asignatura	Alumnos aprobados
Álgebra	47%
Cálculo	55%
Física Experimental	69%
Geometría Analítica	46%



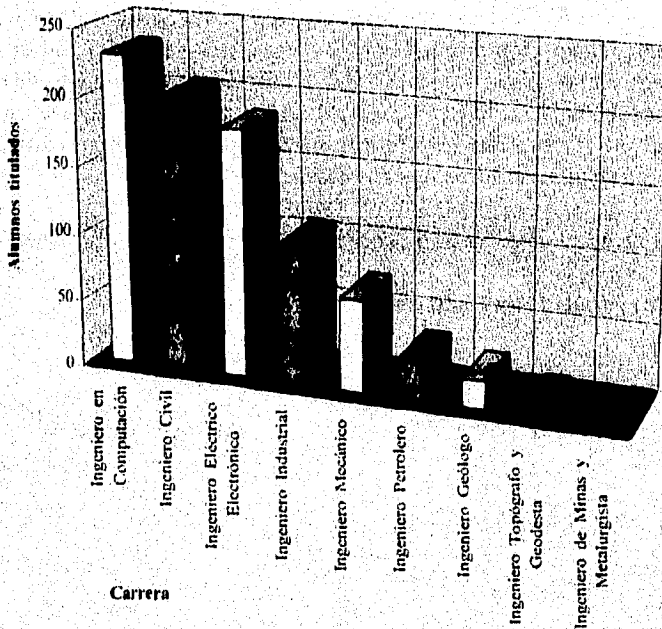


En el año de 1995 se obtuvo la cifra de titulación más elevada de los años últimos con un total de 854. Pueden ser varias las causas de este fenómeno, entre ellas pueden citarse el conocimiento que ya tienen los alumnos de la evaluación y la certificación personal a la que se verán obligados y la situación económica que ha repercutido en una disminución de la oferta de trabajo en algunas áreas.

La distribución de la titulación por carreras fue la siguiente.

Alumnos titulados por carrera.

Carrera	Alumnos titulados
Ingeniero en Computación	231
Ingeniero Civil	203
Ingeniero Eléctrico Electrónico	184
Ingeniero Industrial	104
Ingeniero Mecánico	69
Ingeniero Petrolero	30
Ingeniero Geólogo	21
Ingeniero Topógrafo y Geodesta	8
Ingeniero de Minas y Metalurgista	3
TOTAL	854



El número de alumnos titulados muestra un incremento de : 19.6 % con respecto a 1994, y 24 % con respecto al promedio del número de alumnos titulados en los diez años últimos.

La matrícula de estudiantes de posgrado creció de manera importante debido a la demanda mayor en el primer ingreso último, correspondiente al año escolar 1996. Los alumnos de maestría ascienden a 868, los de doctorado a 73 y los de especialización a 22.

El crecimiento de la Facultad en el futuro está, sin duda, en los estudios de posgrado tanto por el papel que la División desempeña históricamente, al haber sido la primer institución para posgrados en ingeniería en México, como por el escaso número de instituciones que los ofrecen, principalmente por lo que se refiere a doctorados.

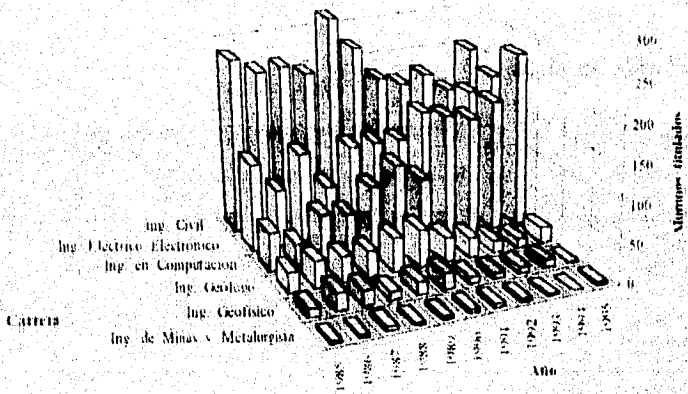
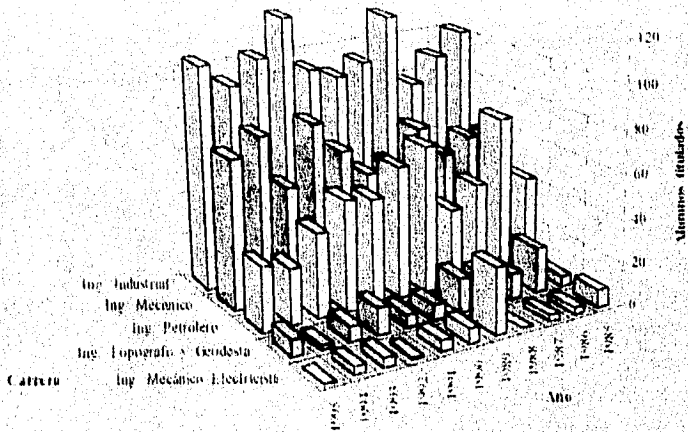


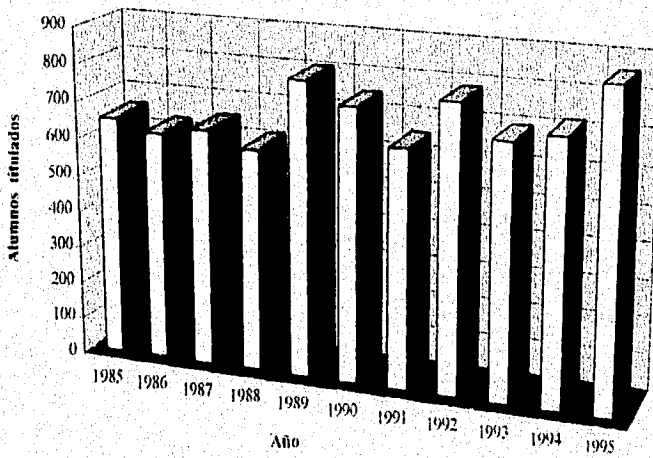
Población escolar en licenciatura en el semestre 96-1.

Carrera	Primer ingreso	Reingreso	Total
Ingeniero Civil	500	1 902	2 402
Ingeniero en Computación	450	1 917	2 367
Ingeniero Eléctrico Electrónico	303	1 264	1 567
Ingeniero Mecánico	105	572	677
Ingeniero Industrial	141	533	674
Ingeniero Petrolero	80	400	480
Ingeniero Mecánico Electricista	0	305	305
Ingeniero Geólogo	75	237	312
Ingeniero Topógrafo y Geodesta	75	195	270
Ingeniero Geofísico	59	180	239
Ingeniero de Minas y Metalurgista	50	113	163
Ingeniero en Telecomunicaciones	0	19	19
TOTAL	1 838	7 637	9 475

Titulación en el periodo 1985 - 1995.

Carrera	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TOTAL
Ing. Civil	232	213	214	209	270	276	180	168	176	150	203	2230
Ing. de Minas y Metalurgista	2	2	5	2	3	4	4	3	2	0	3	30
Ing. Eléctrico Electrónico	115	74	116	68	112	118	116	148	128	166	184	1332
Ing. en Computación	50	29	61	37	86	102	86	163	156	173	231	1201
Ing. Geofísico	11	24	20	13	16	21	9	7	8	11	1	139
Ing. Geólogo	27	35	34	34	35	49	33	26	16	12	21	332
Ing. Industrial	101	91	80	114	94	49	94	120	103	93	104	1083
Ing. Mecánico	57	38	32	67	52	30	63	78	51	77	69	674
Ing. Mecánico Electricista	8	3	3	0	31	7	5	1	4	4	0	66
Ing. Petrolero	43	74	45	36	68	61	49	51	39	26	30	522
Ing. Topógrafo y Geodesta	5	21	12	14	16	7	6	12	7	2	8	110
TOTAL	651	622	644	603	798	781	648	777	690	714	854	7739





Situación de las carreras de ingeniería.

Situación de los alumnos de la Facultad de Ingeniería, UNAM



3. Ingeniería avanzada en el mundo.



Introducción.

¿Qué han hecho la ciencia y la tecnología en estos tiempos?

Seguramente cada lector recuerda una vivencia o algún sueño en los cuales tuvo que ver una exposición, una exhibición, o simplemente existió alguna relación con un tema representando un resplandor tecnológico futuro, donde la gente sonríe agrupada alrededor de la televisión en una casa solar que no requiere mantenimiento, con entretenimientos electrónicos y robots.

Es posible que alguien haya tenido una visión del futuro en la cual el trabajador era la preocupación principal, en la que cada quien tuvo salud y riqueza.

La vida se volvió regocijante ya que la ciencia y la tecnología lo hicieron posible.

Tal vez alguna persona tenga una visión del futuro diferente, negativa.

Si esta visión llegara a ser real, o por lo menos aproximarse a algo nocivo para la humanidad, la ciencia y la tecnología habrán fallado.



La gente se ha asombrado en las tres décadas últimas, pues ha visto proyecciones casi ficticias, como el caminar en la luna, traer imágenes de los alcances más lejanos del sistema solar de los telescopios orbitales, se ha rodeado a Tierra con un cinturón de fibra óptica y se ha sistematizado el planeta con comunicaciones digitales; se han creado microchips conteniendo millones de transistores a un costo bajo, de tal manera que en los hogares se puedan tener computadoras muy potentes.

Se podrá ver que los misiles cesarán, pero desafortunadamente guerras más pequeñas y raciales proliferarán.

Podrían aparecer enfermedades nuevas del sistema inmunológico, las cuales dejen casi despoblado al planeta.

La desnutrición, el analfabetismo, las drogas, la religión, el terrorismo, podrán ocasionar muchos problemas más graves.

En fin, hay muchas cosas que están encausadas al mal del ser humano, pero que son parte de la vida y algunas de ellas están basadas en la tecnología.

Otras cosas más, con una buena guía, pueden llegar a ser de utilidad para la sociedad.

Sin embargo, aún existe una semilla de verdad en las predicciones optimistas.

El descubrimiento continuo de los misterios de la naturaleza y la expansión de la tecnología, eleva el nivel de vida, con sus subidas y sus bajadas.

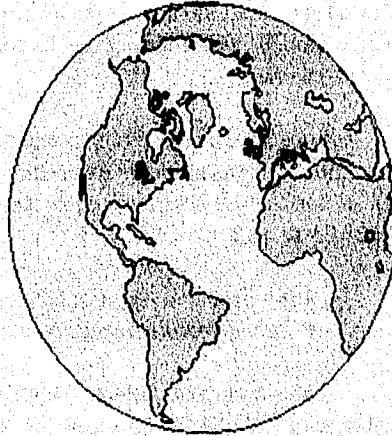
Pero la ciencia y la tecnología dependen de su misma complejidad y resistencia a la duplicación de sus sistemas.

Éstas dependen, además, de factores sociales los cuales determinarán su utilidad instantánea y sus efectos últimos.

C1126 JF179



3.1. Ingeniería ambiental.



3.1.1. La ecología industrial del siglo XXI.

Una economía industrial limpia y eficiente es reflejo de la habilidad natural del mundo para reciclar materiales y minimizar los desperdicios.

Antiguamente los fabricantes vaciaban sus desperdicios en los traspatios propios, generando así un trato muy bueno de lo que hoy podría ser llamado arqueología industrial,

Esta herencia pone, actualmente, a muchas firmas en el negocio de la limpieza ambiental.

Pero en el siglo XXI, la industria se puede comportar de una manera muy diferente evitando la creación de sitios de entierro, lo que sería más caro, y por los cuales la sociedad tendría que sufrir o pagar para volver a limpiar todo.

Lo que le gustaría a la mayoría de la gente ver sería un modo de utilizar el desperdicio industrial productivamente, ya que al fin y al cabo, éste es dinero saliendo en forma de material procesado con energía aprovechable.



Para evitar esta ineficiencia, los fabricantes del siglo XXI tienen que considerar cómo diseñar y producir productos de un modo tal que hagan del control de desperdicio y de la contaminación una parte muy importante de su empresa.

Ellos necesitarán prestar atención al ciclo de vida del producto en su totalidad, no preocupándose solamente de los materiales utilizados y creados en el curso de la fabricación, sino también de lo que le ocurre al mismo al final de su vida.

¿Esto llegará a ser un problema de eliminación de desperdicios, o podrá ser una fuente de energía y material refinada?

Los ingenieros habían hablado previamente del "diseño para la fabricación" y del "diseño para el ensamble", ahora, han añadido "diseño para el desensamble", "diseño para el reciclaje" y "diseño para el medio ambiente" a su vocabulario.

Estos términos significan simplemente que desde el comienzo se está prestando atención a los efectos potenciales del desperdicio y de la contaminación excesivos consecuencia de un proceso de fabricación actual.

Un ejemplo de lo que se menciona es el siguiente. Kumar Patel de *AT&T Bell Laboratories*, ha descrito un enfoque interesante que se maneja en una sección de este negocio (fabricación de componentes de microelectrónica). Los ingenieros en esa división de *Bell Laboratories*, discutieron el porqué varias de las materias primas, tales como el arseniuro de galio, fueron particularmente detestables.

Ellos trataron esta dificultad por medio del uso de la tecnología militar de las armas químicas binarias, en las que dos productos químicos que no son muy peligrosos individualmente, combinados dentro de una arma crean una sustancia sumamente peligrosa.

Llegaron, esencialmente, a un sistema "justo a tiempo" (*just in time*) de entrega que coincide con las necesidades de producción y evita la eliminación de cantidades grandes de desperdicios.

01/26 T-117



Bell Laboratories concluyó que la inversión en equipo nuevo se amortizó en un lapso menor a un año, eliminando los costos extras de almacenamiento y transportación, disponiendo ocasionalmente de los compuestos peligrosos.

Una lección de la naturaleza.

El sistema ecológico natural, como un todo integrado, minimiza el desperdicio. Todo, o casi todo, del desperdicio que es producido por un organismo es una fuente de energía y material utilizables para otro organismo. Muertos o vivos, todas las plantas y todos los animales, junto con sus desperdicios son alimento para otro ser vivo. Los microbios consumen y descomponen los desperdicios, y estos microorganismos por turno son comidos por otras criaturas en una cadena alimenticia.

En este sistema natural maravilloso, materia y energía actúan en ciclos largos, pasando a través de varias series de organismos interactuantes. Con este conocimiento del sistema ecológico natural, se comienza a pensar acerca de si existen maneras para conectar procesos industriales diferentes los cuales crean desperdicios particularmente peligrosos.

Una ecología industrial completamente desarrollada, no necesariamente minimizará el desperdicio de fábricas específicas o sectores industriales, pero deberá actuar para minimizar la totalidad del desperdicio producido.

Las leyes del antireciclaje.

Adicionalmente a la necesidad de información de mercado más completa, la sociedad requiere una clase nueva de regulación para hacer posible una ecología industrial verdadera.



Las frustraciones en la regulación citada, surgen frecuentemente porque se han creado y desarrollado leyes ambientales que intentan resolver y tratar un problema a la vez, cuando esto se debe tratar como un todo, en conjunto.

Un ejemplo particularmente interesante proviene del tratamiento del acero en la industria automotriz.

Las medidas de anticorrosión producen un lodo rico en zinc que, en el pasado, se enviaba a una fundición para recuperar el zinc y reutilizarlo. Pero se empezó a regular y a listar este tratamiento de lodos y aguas de desperdicio como peligrosos.

El automóvil reciclable es uno de los ejemplos más exitosos de la reutilización de un producto fabricado.

Cerca del 75 % de un auto típico puede ser reciclado en forma de partes usadas, fluidos útiles y materiales de desecho.

Este proceso puede, sin embargo, ser mejorado. Métodos nuevos para separar y reciclar los componentes de plástico, por ejemplo, ofrecen la posibilidad de retirar más material del volumen de desperdicio obtenido y regresarlo al ciclo industrial.

A continuación se mencionará, brevemente, el manejo que se puede dar a diversas partes de un automóvil reciclable.

El *refrigerante* utilizado para el aire acondicionado, comúnmente es recuperado, limpiado y reutilizado en otros autos.

Los *acumuladores* son reemplazadas periódicamente, las placas, el ácido y las cajas de plástico, generalmente, se reciclan.

El *parabrisas* se utiliza para producir parabrisas nuevos.

El *aceite* es reemplazado frecuentemente, éste se recicla para obtener otros combustibles.



Los *convertidores catalíticos* contienen cantidades valiosas de platino y rodio, los cuales se vuelven a utilizar aunque la extracción de estos elementos ha mostrado dificultades.

Las *transmisiones*, y otros componentes del tren de máquinas, frecuentemente son utilizados como partes de medio uso.

Los *rines* pueden convertirse en refacciones o ser manejados como acero reciclable.

Las *llantas* se manejan como hule reutilizable.

Las *partes del chasis*, tales como las puertas, el cofre, las salpicaderas, etc.; se mantienen como partes sustitutas o se utilizan otra vez para producir partes nuevas.

Los *interiores de plástico* son las partes para reciclaje más problemáticas, pero con los métodos innovadores de creación reciente se están minimizando los problemas presentes.

Esta situación ilustró claramente lo que puede ser un problema serio: la regulación ambiental bien comprendida puede tener el efecto grotesco de incrementar tanto la cantidad creada de desperdicio como la cantidad de éste que puede ser utilizada, debido a que edifica barreras altas para tal reutilización. Esto podría ser observado como una regulación del antireciclaje.

Esta peculiaridad parece tener su origen en el descuido: los suministros industriales, tóxicos o no, están más controlados por estatutos diversos (y frecuentemente por dependencias no gubernamentales) que los materiales considerados como desperdicio.

Con el esfuerzo adecuado, el siglo XXI verá muchas mejoras en las leyes ambientales así como en las tecnologías ambientales específicas. Pero el avance más importante de todo puede ser la reorganización fundamental que permitirá el flujo libre de materiales utilizados entre consumidores y fabricantes, entre una firma y la siguiente, y entre una industria y otra.



Así como se necesita excavar en la arqueología industrial resultante del pasado, también se necesita el trazo de lecciones para el futuro de estos sitios horribles, creando una visión ecológica industrial y formulando un sistema de leyes adecuado.

3.1.2. Agua y sanidad : el costo de la negligencia.

El mantenimiento adecuado de la infraestructura de sanidad y el abastecimiento de agua, beneficia a la economía en general.

Este mantenimiento implica el conjunto de actividades que facilitan los sistemas de entrega, de una manera eficiente, así como el rendimiento por el cual fueron diseñados. Por lo tanto, el mantenimiento implica la manutención no sólo de la infraestructura física, sino también del manejo de sistemas y la capacidad para obtener el máximo beneficio social de esta infraestructura.

El abastecimiento de agua y la infraestructura de drenaje, representa una gran industria en Latinoamérica y el Caribe.

Se estima que en 1990, unos 352 millones de personas, tuvieron acceso a el abastecimiento de agua pública, 76 % de ellos por medio de conexiones en casa.

Para servir a tanta gente, se distribuyen de 60 a 70 millones de metros cúbicos de agua son producidos diariamente. Además, 253 millones de personas hacen uso del sistema de drenaje, el cual maneja de 50 a 60 millones de metros cúbicos de aguas negras diariamente. Cabe mencionar que, aproximadamente, 400 000 empleados están trabajando directamente en esta industria.



Por otra parte, quedan aproximadamente 77 millones de personas sin acceso a agua potable y 176 millones no tienen obras de drenaje. El futuro es preocupante, ya que la población va en aumento.

Desafortunadamente, la infraestructura no tiene un mantenimiento adecuado, ya que esto implica costos, los cuales son difícilmente cubiertos.

Pero eso no es todo, los programas de mantenimiento tienen una falta de visión aunada al hecho de que las consecuencias de negligencias en el mantenimiento constantemente no están bien identificadas, aunque se estima que son grandes.

Es así como la eficiencia global disminuye y los costos de producción aumentan, dando como resultado que se arriesgue la salud del público en general.

Operación y mantenimiento son dos funciones distintas pero están relacionadas estrechamente. Los resultados de operacionales son difíciles de separar. Los problemas de la calidad del agua, pueden ser resultado de prácticas operativas deficientes.

Escasez de datos.

Los datos para calcular el costo de la negligencia, siempre han sido un problema muy serio, ya que la carencia de estos, son un testimonio de la carencia de conciencia de los sectores oficiales y de la baja prioridad que se les da.

Sin embargo, algunas manifestaciones hechas, indican que el mantenimiento inadecuado en muchos sistemas de agua pública y sanidad son: deficiente calidad del agua, abastecimiento intermitente, servicios indignos de confianza y niveles altos de pérdidas de agua. Estos resultados indeseables, señalan una carencia de cuidado por el manejo del sector en proveer excelentes servicios a los usuarios de agua y sistemas de sanidad.



Calidad del agua.

La calidad del agua afecta a la salud pública. Proveer de agua de buena calidad y mantener esta calidad en el sistema de distribución, son dos problemas grandes con los que se enfrentan los gobiernos actualmente.

Existe una relación directamente proporcional entre el crecimiento de la población, la demanda de agua y la contaminación por parte de las industrias y la población en general.

El incremento de las enfermedades debido a la baja calidad de el agua, es un problema grave en muchos países.

La insalubridad de las enfermedades debido a el agua, se incrementaron 4.9 veces en México en la década de los años 80, y 2.2 veces en Perú entre 1980 y 1985.

La epidemia del cólera en Perú, es un testimonio trágico de años de negligencia hacia el agua y servicios sanitarios. En Costa Rica, cerca de un tercio de toda el agua consumida no conoce las normas de calidad del agua.

En México, el 20 % de los sistemas de abastecimiento de agua fueron reportados por tener cantidades irreales de clorificación. Lo anterior ayuda a explicar el crecimiento de las enfermedades causadas por el agua.

Continuidad.

La continuidad del servicio es un indicador muy importante de ejecución en la industria y del cual el porqué la mayor parte de la población es probablemente más consciente.



Los abastecimientos intermitentes de agua son también una molestia, pero peor es el caso cuando hay riesgos significativos de salud, ejemplo de ello es la distribución de pipas.

El servicio de abastecimiento intermitente de agua es un problema serio en muchas ciudades de la región, pero probablemente en ninguna parte es más severo que en Perú.

Desconsideración.

Existen niveles muy altos de inconsciencia en el manejo del agua, lo cual lleva a tener pérdidas físicas y económicas.

El agua tiene que ser capturada en el manantial, tratada y entregada a los consumidores.

Dentro de este proceso parte de esta agua se pierde, lo cual es, algunas veces, inevitable. Pero la mayor parte del agua que se pierde, es una pérdida económica para la sociedad.

Por otro lado, las pérdidas económicas son asociadas con el consumo de agua que no es medida o pagada (que es por consumo libre).

Estas pérdidas son, por lo tanto, una pérdida financiera para la compañía (o para el gobierno, según sea el caso).

La situación en la mayoría de los países de Latinoamérica y del Caribe es muy diferente.

Estudios bien documentados en Costa Rica (en 1988) y Bogotá, Colombia (en 1990), y en otras ciudades, sirven para confirmar que las pérdidas económicas son el factor principal de la diferencia entre producción medida y consumo medido.



Subsidio Federal.

La ubicación de la ciudad de México hace que el desarrollo de recursos adicionales de abastecimiento de agua sean muy costos. En el pasado, las autoridades no tenían un plan creíble para medir el consumo, mantener las medidas y reducir el número de conexos ilegales.

La magnitud de esta negligencia, emparejada con tarifas bajas requiere de un subsidio federal en exceso de mil millones de dólares anualmente para abastecer a la población total de México con servicios adecuados de agua para fines de este siglo.

La carencia de datos formales detallando dónde y cuándo el consumo está tomando lugar, ha impedido el improvisar operaciones del sistema de distribución de muchas ciudades, tales como Lima, Panamá, Barranquilla y Guayaquil.

Muchos de los proyectos han sido una fuente de resultados decepcionantes. Los datos de producción y consumo no son confiables, lo cual ha tenido como consecuencia una demanda baja de proyecciones, se sobrestiman frecuentemente y por lo tanto las inversiones son costosas.

Muchos bancos que financian proyectos de abastecimiento de agua, han sufrido ya este problema.

Una estrategia para mejorar el mantenimiento.

Muchos factores contribuyen constantemente para: la carencia del mantenimiento adecuado en la mayoría de la infraestructura de sanidad y agua en la región, y la definición de servicios. Esto incluye los tres aspectos que se enuncian a continuación.



- ⇒ Dirección institucional
- ⇒ Dirección operacional
- ⇒ Presupuesto financiero

El mantenimiento adecuado está cobrando efectividad y requiere un apoyo fuerte para proveer de servicios excelentes informando pública y oficialmente sobre los costos y beneficios para obtener un soporte que permita realizar programas adecuados de mantenimiento y tener información administrativa veraz con sistemas de cuenta adecuados.

Un manejo tecnológico efectivo y la donación de dinero para nuevas inversiones no son suficientes para garantizar el éxito en la realización de un mantenimiento adecuado.

La complejidad de estos sistemas y sus problemas consecuentes, demanda una estrategia efectiva.

Se deberá mejorar el análisis de inversiones y la recuperación de costos, así como el entrenamiento de la organización.

Participación del sector privado en la operación y en el mantenimiento.

La experiencia en muchos países y en la región, claramente muestra que la participación de el sector privado en la operación y el mantenimiento puede ser productiva y eficaz.

Las firmas privadas pueden prever muchos de estos servicios más eficientemente que las federales, debido a mejores manejos, excelente flexibilidad, contabilidad y habilidad para mantener al personal capacitado, actualizado en lo referente a los conocimientos que sean requeridos para llevar a cabo la realización correcta y adecuada de sus labores.



Se puede hacer una observación más : los contratos de operación y mantenimiento con el sector privado deberían ser por varios años, tal vez más de cinco, para obtener una respuesta buena de ofertas potenciales y para permitir y justificar una inversión razonable y comprometida por parte del contratista.

3.1.3. Conflicto entre recursos disponibles y crecimiento urbano.

México necesita del crecimiento económico y una mirada económica en el exterior para sustentar su rápido incremento en la población.

El gobierno mexicano, ha envuelto un número de compañías de servicios internacionales en la modernización del agua y sistemas asociados en la ciudad de México.

Existe un concepto erróneo muy difundido de que el problema más serio que enfrenta la ciudad de México es la contaminación del aire.

Los ingenieros de la *Comisión Nacional del Agua*, han identificado un problema emergente y, aún, más peligroso, el cual si no es tratado debidamente, podrá dejar sin agua a la población del Distrito Federal para el año 2000.

Este problema es el hecho de que las reservas subterráneas de la ciudad se están agotando en un porcentaje creciente, el agua de éstas se podría acabar dentro de los siguientes seis años (tal vez, para el año 2002).

La migración gradual de las poblaciones rurales a las grandes ciudades, es un fenómeno familiar para todo el mundo, y la ciudad de México no es la excepción, siendo ésta un ejemplo extremoso.



Esfuerzo excesivo.

El crecimiento de la demanda de agua correspondiente a la demora del abastecimiento y servicios de agua potable y los sistemas de mantenimiento inadecuados, ha dado como resultado un esfuerzo excesivo para poder abastecer a esta capital.

En 1945, toda el agua de la ciudad fue proveída de pozos, los cuales tenían menos de 50 metros de profundidad; pero en la actualidad los pozos han sido excavados hasta 10 veces más esta profundidad y todavía son capaces de satisfacer el 70 % de la demanda. El 30 % faltante está siendo importado de las áreas circundantes.

El nivel de las reservas debajo de la ciudad está cayendo alrededor tres metros por año, resultando en problemas de población para muchas de las construcciones de la ciudad de México.

Primeros pasos.

La amenaza de la falta de abastecimiento de agua potable en la ciudad de México se ve brotar del medio ambiente mostrándose a todo el país.

Para asegurar una solución oportuna a los problemas diversos de abastecimiento de agua, el gobierno mexicano prevé el establecimiento del control, como proyectos multinacionales.

En 1992, la *Comisión Nacional del Agua* hizo convocatorias para la rehabilitación de los sistemas de abastecimiento de agua de la ciudad de México.



A *Consortio del Agua del Noroeste* le fue asignado un contrato por cinco sectores o delegaciones en el afluente del lado oeste de la ciudad de México, sirviendo a algunos 2.1 millones de clientes y cubriendo un tercio de esta área. Esta organización multinacional ha realizado *BOTS* (Construcción, Operación y Transferencia de Proyectos), concesiones y asesorías en más de 30 países.

La solución.

El elemento primario de la estrategia del *Consortio del Agua del Noroeste* es el estudio y poner al día la base de datos existente de los clientes.

Esto traerá como consecuencia la realización de visitas a poco más de 400 000 propiedades por un periodo de catorce meses y creará un sistema computarizado de base de datos, también conocido como *Sistema Geográfico de Información* (GIS), el cual será usado para optimar el programa de gasto de capital.

La segunda fase de esta estrategia será instalar medidas precisas y dignas de confianza en todas las propiedades.

La tercera fase involucra la necesidad de mejorar la infraestructura existente.

La fase final de la estrategia del consorcio es asegurar que todos los clientes paguen con exactitud y que el dinero sea recolectado debidamente. En la mayoría de los proyectos, las fluctuaciones de las tarifas del interés puede ser un factor digno de ser tomado en cuenta en el modelo financiero, tratando directamente con las instituciones prestamistas este riesgo potencial. El deterioro en las relaciones con las fuentes de financiamiento internacionales, podría ser catastróficos para un país que está empezando a sacar provecho de los beneficios de una economía que es apoyada por el exterior.



3.1.4. El Consejo de Cuenca del Valle de México.

Con la constitución de los *Consejos de Cuenca*, que permiten un manejo integral del agua por cuenca hidrológica y con ventajas grandes del tipo técnico, económico, social y político, México se incorpora a los países vanguardistas que administran el recurso mediante acciones concertadas que propician el desarrollo sustentable.

La *Ley de Aguas Nacionales* y su *Reglamento*, establecen que los *Consejos de Cuenca* son instancias de concertación entre la *Comisión Nacional del Agua*, las dependencias y entidades de los niveles federal, estatal o municipal y los representantes de los usuarios de una cuenca, para formular y ejecutar programas y acciones que permitan la administración mejor de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios y la preservación de los recursos.

El primer *Consejo de Cuenca* que se integró fue el de Lerma Chapala; le siguió el del Río Bravo y el más reciente, cuya constitución fue el 16 de agosto de 1995, es el del Valle de México, el cual se encargará de atender la problemática existente en lo referente al abasto del agua a la ciudad de México, entre otros asuntos.

Durante el acto, que tuvo lugar en el proyecto *Lago de Texcoco*, uno de los programas de rescate ecológico más importantes realizados en México, se recordó que paulatina pero firmemente, en México se arraiga la convicción de que se deben preservar los recursos naturales y utilizarlos en una forma racional. Cada día se hace más clara la conciencia en la gente de que es urgente frenar el deterioro ecológico y propiciar que el crecimiento económico promueva el cuidado del medio ambiente para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.



Ante los gobernadores de los estados que comparten la Cuenca: México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla, así como del Jefe del DDF, el Director General de la *Comisión Nacional del Agua*, Ing. Guillermo Guerrero Villalobos, dijo que el *Acuerdo de Coordinación* para la integración del *Consejo de Cuenca del Valle de México* tiene especial significado en el marco de la federalización, ya que implica una acción conjunta entre la Federación y los estados que participan en la Cuenca.

Más adelante, explicó que la distribución desigual natural del agua en el territorio nacional, justifica el carácter federal de este recurso, a fin de preservarlo y redistribuirlo para propiciar el desarrollo de todos los estados, pero que una vez definida la asignación de agua a cada entidad federativa, varias de las atribuciones que actualmente corresponden por ley a la Federación podrían transferirse a los gobiernos estatales y municipales, con los *Consejos de Cuenca* como instancias de conciliación de las necesidades e intereses de las partes.

Guerrero Villalobos dijo que este *Consejo de Cuenca* lo preside la *Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*; el Director General de la *Comisión Nacional del Agua*, quien funge como Secretario Técnico, y que también participan los titulares de las *Secretarías de Hacienda, Energía, Salud, Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Desarrollo Social, Comercio y Fomento Industrial y de la Contraloría y Desarrollo Administrativo*, así como los Ejecutivos de los estados mencionados y los representantes de los usuarios diversos, como las asociaciones de agricultores de riego, industriales, prestadores de servicios y organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento, entre otros. El *Consejo de Cuenca del Valle de México* enfrentará la problemática hidráulica de los cuatro estados y el Distrito Federal, donde se asientan más de 18 millones de habitantes, y que se caracteriza, entre otras situaciones, por una sobreexplotación de acuíferos que supera el doble de la recarga natural, la generación de 42 000 litros por segundo de aguas residuales y una competencia acentuada día a día, no sólo entre las demandas de agua por parte de las poblaciones ubicadas en el Distrito Federal y en los municipios conurbados de los estados de México e Hidalgo, sino también entre los distintos usos como el agrícola, el industrial y el doméstico.



ESTA TESIS NO SE DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

3.1.5. El automóvil en la Ciudad de México¹.

La contaminación atmosférica producida por los vehículos automotores, es el costo intrínseco al crecimiento de las ciudades, que todas las generaciones de este han asumido, como parte de una fatalidad que hace la vida más sencilla.

Parece que los autos son como los amores, a la gente le preocupa tener uno, no importando el daño que pueda causarle ni el dinero que tenga que invertir en ello.

Si una persona ha tenido el privilegio de tener uno y lo pierde, sufre por su derrota, misma que le recordarán los miembros de su familia.

¿De dónde viene ese deseo tan desesperado de tener un auto?

Aunque la publicidad influye, en el fondo, a la gente le gusta la comodidad y la libertad que da un auto para ir a donde uno lo desea y a la hora que quiera.

Estas vanalidades mueven economías enteras, al grado que los inversionistas utilizan como indicador de estabilidad de un país la tasa de crecimiento del sector automotriz. Cuando esta tasa cae demasiado aprisa es hora de cambiar los pesos por dólares.

Millones de habitantes aún viven en el anhelo inconsciente de poseer un auto particular y hacer uso de él en una manera irrestricta.

¹ Algunas partes del texto son tomadas de un apunte del Ing. Rodolfo Lacy Tamayo, Vicepresidente de Aire de la SMISA, A. C.



Sólo los que añoran sus estancias placenteras en París o en alguna ciudad europea, de esas en las que el auto no se necesita, reniegan del auto.

Por una especie de tradición moderna, en las sociedades occidentales existe un derecho no escrito que apareció hace años y al cual (es casi seguro) no se renunciará: el derecho a tener un automóvil.

Hoy se sabe que tener un auto es un derecho, para algunos es una "necesidad". Pero tener un auto también es una responsabilidad. Si el automóvil se utiliza en el Valle de México, aparte de pagar tenencia y placas, es necesario pagar la verificación cada seis meses, dejarlo encerrado un día a la semana de manera obligatoria y, en algunos casos, pagar por gasolina especial, la cual subió casi el 50% en 1995, pues tiene un costo de producción alto y se paga un sobreprecio para sufragar los gastos de programas anticontaminantes.

¿Cómo se podrá revertir, o al menos detener, la tendencia a realizar todas las actividades productivas y recreativas a partir del automóvil particular?

Algunos piensan que teniendo supercarreteras, como en los Ángeles, se acabarían los embotellamientos, otros plantean que lo que se necesita es un sistema radial de trenes suburbanos y *metro* como el de la ciudad de París, los planificadores postmodernos plantean un modelo de transporte terrestre masivo, los ecologistas plantean una *ciudad bicicletera*.

Otros sueñan con trabajar desde su casa, las carreteras serían informáticas y no de motores humeantes que queman gasolina.

Como siempre, una combinación de todo lo anterior pareciera ser la solución mejor.

Sin embargo, como las sectas religiosas, los colonos, los ecologistas, los transportistas, los desarrolladores, la industria automotriz o los ingenieros de transporte se pertrechan detrás de proyectos que son los presentados a la ciudad como excluyentes.



¿Cómo gastar en un tren elevado, cuando en Chiapas no tienen qué comer?

¿Cómo un paso a desnivel, si lo que se requieren son ciclistas?

¿Por qué más camiones si lo que falta es *metro*?

¿Por qué *metro*, si lo que activa a la economía es la industria automotriz?

La verdad es que las ciudades se crean y desarrollan con la actuación simultánea de sectores diversos y fuerzas económicas, que impulsan proyectos de naturaleza distinta, complementaria, antagónica.

En las metrópolis grandes esto es más evidente; la planeación integrada y global, si es que existió parece cada vez más lejana. Los desarrolladores inmobiliarios de Ecatepec no se coordinan con los ingenieros hidráulicos de la CNA; ni éstos con los *microbuseros* de Iztapalapa, ni aquéllos con los marchantes de la *Central de Abastos* para ubicar a 100 mil personas que, tarde o temprano, tendrán todo tipo de servicios.

En el sector transporte esto es más evidente. Las expansiones urbanas se han hecho presuponiendo la existencia de un medio motorizado que hará llegar bienes y personas a través de calles asfaltadas.

No hay una sola ciudad en México, que se haya desarrollado con base en un *Plan Maestro de Transporte Colectivo*. Todo habitante de un lugar dado conoce el desorden urbano de los pueblos y las ciudades atravesados por carreteras, o las carreteras inundadas de viviendas con servicios improvisados.

Para enfrentar el problema de la contaminación producida por los vehículos automotores se debe de actuar en tres frentes: la vialidad y el diseño urbano, la tecnología automotriz y las características del combustible. Dado que en este tema se trata la ingeniería ambiental, a continuación se comentarán los dos frentes últimos.



Primero, se debe tener conciencia de que sólo el 22 % de los viajes-persona que se ejecutan diariamente se hacen en auto particular; y que el 78 % restante se hace en *metro*, camión, microbús o trolebús.

Ahora bien, de acuerdo con el número de calcomanías de verificación auditadas por la SHCP, otorgadas a automóviles que circulan en el Valle de México, existen alrededor de 2 800 000 vehículos.

Según el censo de 1990, en la zona metropolitana de la ciudad de México hay cerca de 18 millones de habitantes. Es evidente que no hay un auto por cada casa en la ciudad, entonces hay una acumulación de autos en un sector muy reducido de habitantes, esos autos están generando el 76 % de la contaminación que se produce en la ciudad y que afecta a todos, más o menos, por igual.

Los vehículos que circulan diariamente en el Valle de México consumen aproximadamente 18 000 000 de litros de gasolina, diesel o gas licuado de petróleo. Sus emisiones son, sin lugar a duda, las causantes principales de que la norma de calidad del aire para ozono sea rebasada el 83 % de los días del año.

Los automóviles son máquinas imperfectas que queman mezclas de compuestos derivados del petróleo, cuyo costo oportunidad de producción y distribución nos permiten transportarnos en forma diaria y cómodamente, prácticamente sin que se tengan limitaciones de velocidad y distancia. De esta movilidad no gozaban las generaciones pasadas y conseguirla ha costado el deterioro acelerado de los ecosistemas, particularmente de la calidad del aire que se respira en la ciudad.

La pregunta clave que sobre este asunto se hace la sociedad es ¿Cómo se logrará seguir teniendo los beneficios del automóvil sin deteriorar el medio ambiente? Para muchos la respuesta está en un transporte, preferentemente colectivo, movido con energía eléctrica, generada por fuentes alternativas como la eólica, la solar y la maremotriz.

Para llegar a ese desarrollo tecnológico, o mundo ideal para los soñadores ecologistas, será necesario que pasen varias décadas.



Y no es pesimismo. Los autos que acaban de ser adquiridos hoy seguirán utilizándose cuando menos ocho años y medio más (edad promedio de la flota vehicular en el Valle de México). El 23 % de los automóviles que obtuvieron calcomanías de verificación del primer semestre de 1995 tiene más de 14 años circulando.

Tecnología automotriz y combustibles alternativos.

La sucesión generacional de la tecnología automotriz está marcada a nivel mundial por las autoridades ambientales del estado de California, en los Estados Unidos, quienes han determinado que :

- En 1994 se introdujeran los vehículos denominados de *Transición en Baja Emisión de Contaminantes*. Su virtud fue la emisión de 50 % menos de hidrocarburos reactivos y emplear combustibles como el metanol, etanol, gas natural o L.P.
- Después vengan los vehículos de *Baja Emisión de Contaminantes*, que estarán equipados con convertidores catalíticos precalentados o de corazón metálico para evitar las emisiones contaminantes del arranque en frío. Estos vehículos deberán consumir gasolinas reformuladas y reducir en 75 % los hidrocarburos reactivos, y en 50 % más las emisiones de óxidos de nitrógeno.
- Una generación de vehículos de *Ultra Baja Emisión de Contaminantes* se espera antes de finalizar este siglo. Estos vehículos tendrán computadoras a bordo para regular y registrar todas las variaciones de la carburación; éstos podrán ser híbridos (autos eléctricos con baterías modernas, subsidiados por motores de gasolina u otro combustible, derivado del petróleo.
- El vehículo del futuro es el llamado de *Emisión Cero*. Solamente el auto eléctrico tiene esa característica.



El gobierno del estado de California insiste en que el 2 % de los autos nuevos de 1998 cumplan con esta condición y solicita que este porcentaje se incremente al 10 % en el año 2003.

Para el Valle de México se debe tener un diseño automotriz y una calidad de combustibles semejante, aunque no igual, al de California. Esto permitirá seguir usando los vehículos automotores, no obstante la deficiencia del 23 % de oxígeno en nuestra atmósfera, la radiación solar intensa y la frecuencia alta de inversiones térmicas.

Consumo de gasolinas y venta de autos nuevos.

En la ciudad de México ya se consumen 18 316 000 litros de gasolinas diariamente. El 37 % de este consumo corresponde a *Magna Sin* y el 63 % restante a la gasolina *Nova*.

El consumo de gasolinas está relacionado estrechamente al PIB, es decir, a lo bien o mal que marchó la economía nacional durante el periodo de 1983 a 1988; el consumo de gasolinas decreció, fueron años de devaluación, inflación y crisis económica. Desde mediados de 1988 hasta la fecha, la economía se empieza a reactivar y el consumo de gasolinas se incrementa en un 4.85 % anual.

Por otra parte, las ventas de automóviles crecieron también desde 1987, aumentando un 20 % anual. Las tasas de crecimiento en las ventas de autos nuevos en el Valle de México son iguales a las del país y las áreas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey. Es claro que la flota vehicular en circulación crece en función de la economía, pero de acuerdo con la estratificación de la sociedad.

Ante esta situación, la estrategia para el control de la contaminación atmosférica proveniente de vehículos, deberá centrarse en el establecimiento de un conjunto de normas e instrumentos económicos que conduzcan a lo siguiente :



- Renovar la flota vehicular para disminuir la edad promedio de los autos.
- Mejorar la calidad de gasolinas, como una medida pasiva hacia el automovilista, con beneficios masivos y directos.
- Introducir combustibles alternativos, gas LP y natural y energía eléctrica en primer término, para vehículos de carga y pasajeros, lo cual implica un esfuerzo económico por parte de los flotilleros.
- Introducir dispositivos de control de emisiones de contaminantes en los vehículos nuevos y mantener en condiciones mecánicas óptimas los autos en circulación, labor que recae sobre la industria automotriz y los automovilistas al pasar la verificación.
- Estimular el uso racional del automóvil particular, a través de un programa renovado de "Hoy no circula".
- Ampliar y mejorar el transporte colectivo.

Es el conjunto de estas medidas lo que permitirá tecnológicamente revertir la tendencia de contaminación del aire en la ciudad de México.

Calidad futura de las gasolinas.

La reformulación de gasolinas es un factor de prioridad para la reducción de la contaminación de atmosférica. No sólo por la necesidad de reducir los niveles de plomo, sino también por la urgencia de eliminar sustancias tóxicas y reactivas en la atmósfera y aerosoles secundarios que derivan en la pérdida de la visibilidad y la lluvia ácida.

En la fase primera se ha establecido un límite al contenido de plomo, aromáticos, olefinas y benceno.



Las normas internacionales tienden a reducir al máximo su contenido y aumentar de alquilados y oxigenadores. Inclusive se proponen y aplican normas para la calidad del aire en materia de benceno y formaldehído, con el fin de verificar reducciones efectivas de estos contaminantes y proteger la salud de la población.

La industria automotriz está proponiendo límites en la concentración de azufres, fósforo, zinc y magnesio, así como la eliminación de aditivos y detergentes, pues estos inhiben o reducen la acción de los convertidores catalíticos.

3.1.6. Combustibles no convencionales para turbinas de gas.

Si los combustibles de menor calidad, como son el gas de alto horno, la biomasa, el fuel-oil, el coque o el carbón, pueden ser tratados con los procedimientos correspondientes de combustión, gasificación o purificación, las centrales de turbinas de gas o de ciclo combinado proporcionan alternativas interesantes y favorables para la producción de electricidad sin olvidar el compromiso con el medio ambiente.

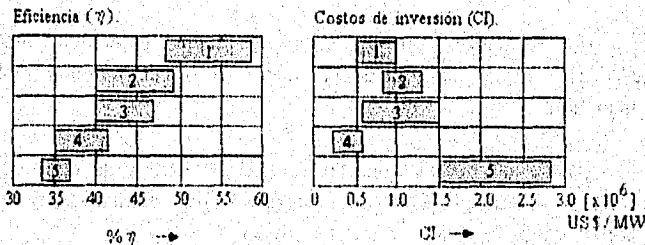
En todo el mundo las turbinas de gas tienen actualmente un papel muy importante en la producción de energía. A causa fundamentalmente de la situación favorable del suministro de gas natural durante los diez años últimos, el desarrollo y la construcción de centrales de ciclo combinado han experimentado un gran impulso.

Este modo de producción de energía ofrece numerosas ventajas, como los reducidos costos, el rendimiento elevado, las bajas emisiones y la brevedad de los plazos de construcción. La investigación y desarrollo de los decenios últimos, especialmente en el campo de los materiales y de la tecnología de refrigeración, han permitido modificar algunos parámetros del funcionamiento de las turbinas de gas.



Por ejemplo, materiales nuevos para la fabricación de las paletas, permiten ya incrementar la temperatura de entrada a las turbinas de gas.

Eficiencia y Costos de inversión para algunos tipos de centrales que generan electricidad.



- 1 Central de ciclo combinado.
- 2 Central diesel.
- 3 Gran Central de Vapor.
- 4 Central de turbinas de gas.
- 5 Central nuclear.

La combustión de gas natural respeta las normas más severas sobre emisiones. En un sistema de combustión de premezcla con poca formación de NO_x no se precisa inyectar ni agua ni vapor para suprimir la emisión de NO_x . Varias veces se ha puesto a prueba la capacidad de las turbinas de gas para consumir otros combustibles además del gas natural.

En efecto, a menudo se utiliza gasoil como combustible de reserva, o incluso como combustible principal. Prescindiendo del NO_x originado por las elevadas temperaturas de combustión, este combustible limpio no produce emisiones nocivas de algún otro tipo. Para reducir las emisiones de NO_x se inyecta agua o vapor. ABB, empresa electrotécnica, ha desarrollado los quemadores EV con el objetivo de mantener las emisiones de NO_x en explotación seca, es decir, sin inyección de agua o de vapor, por debajo de las máximas admisibles. En algunos países todavía no existen normas para limitar las emisiones en respeto al medio ambiente.



En esos países es una práctica diaria quemar fuel-oil o petróleo crudo en las turbinas de gas. Pero puesto que ya se está iniciando la introducción de normas de conservación de la pureza del aire, los responsables se están viendo obligados a equiparse con instalaciones purificadoras de gases de combustión. Además, las refinerías de los países industrializados están estudiando la posibilidad de fabricar gases de poder calorífico medio por gasificación de fuel-oil o de coque.

El paso siguiente, utilizar gases de poder calorífico medio en centrales de ciclo combinado, parece ser una opción plausible económicamente.

Además de la gasificación del fuel-oil, se han desarrollado también procedimientos para gasificar el carbón y la biomasa, que también proporcionan gases de poder calorífico medio.

Actualmente existen numerosas instalaciones piloto en fase de proyecto, que tienen como objetivo demostrar que pueden ser rentables. Gracias a su alto rendimiento, las modernas turbinas de gas están en disposición de emplear combustibles de este tipo.

Aunque estas posibilidades, aliadas a las ventajas intrínsecas de las centrales de ciclo combinado, prometen una producción económica de energía, aún es necesario conseguir una gran reducción de costos antes de que el método se convierta en una alternativa auténtica del futuro. Ya está muy extendida la utilización de gas de alto horno, combustible de calidad menor, en turbinas de gas.

Desde hace algunos años se están desarrollando varios proyectos de gasificación de fuel-oil. Uno de ellos es el proyecto API, en Italia, en el que participa *ABB*.

Se está utilizando una turbina de gas GT13E2 de *ABB* con una potencia nominal de 165 [MW] equipada con una cámara de combustión anular y quemadores EV. Se han hecho las mejoras correspondientes en el quemador EV para poder quemar el gas, de poder calorífico medio, por el procedimiento de premezcla.



El quemador nuevo ha sido sometido a pruebas cuidadosas en una instalación de presión alta, en todas las condiciones posibles de explotación, empleando un combustible semejante al gas de poder calorífico medio de la instalación API. Tanto el quemador como la turbina han demostrado ser perfectamente adecuados para este tipo de gas.

Con base en sus 50 años de experiencia en el uso de combustibles no convencionales, *ABB* está en condiciones de ofrecer centrales de turbinas de gas y de ciclo combinado capaces de utilizar gas de alto horno, fuel-oil, petróleo crudo y gases sintéticos. Estos últimos son productos de la gasificación del fuel-oil, de la biomasa y del carbón. La mayor parte de las turbinas de gas *ABB* pueden ser explotadas con gas de poder calorífico medio o bajo. La cámara de combustión también puede quemar fuel-oil y petróleo crudo, además de gas natural y fuel. El quemador de gas de poder calorífico bajo, ya descrito, puede utilizar combustibles como el gas de alto horno o el gas que se produce en procesos de gasificación con inyección de aire. Los quemadores EV, montados en una cámara de combustión en silo o anular, funcionan con los mismos combustibles sin problema alguno.

3.1.7. Propuestas acerca de los residuos sólidos.

Desde la perspectiva de la gestión ambiental, los problemas relacionados con los residuos sólidos constituyen sin duda el conflicto ecológico más severo que enfrentan los municipios de México. Para poder atenderlo de manera adecuada, se le debe reconocer en su dimensión compleja y multifactorial: se trata de un proceso que inicia con la generación de los residuos (que entraña también los hábitos de consumo de la población), pasa por su manejo intradomiciliario, y sigue con la recolección, el servicio de limpia de la ciudad, la selección o separación de residuos recuperables y comercializables, y el manejo de los restantes hasta llegar a la disposición final.



Se trata, además, de un problema sin solución en el sentido de que la propuesta mejor que se genere para remediarlo no podrá eliminarlo de manera definitiva: cada día que amanece, el problema se replantea en toda su magnitud, y en todas las fases del proceso.

Enfrentarlo implica un esfuerzo sostenido y creciente, en el que el plazo crítico es siempre el más corto; y el plazo largo se convierte en la necesidad de continuidad en el empeño y mejora permanente de la técnica. También se requiere conocer los hechos para poder tratar con los residuos sólidos de los municipios.

Primero, se debe promover el establecimiento de equipos multidisciplinarios de profesionales de cada localidad capaces de evaluar rápida y eficazmente la situación actual de manejo de los sistemas, partiendo de la necesidad de rescatar y conservar lo que de positivo tienen los recursos humanos y materiales de cada región, las instalaciones, los estudios elaborados por las diferentes administraciones federales, municipales y estatales, y las propuestas generadas por los diferentes sectores de la sociedad.

Segundo, se parte de la ausencia de una "cultura de la basura" moderna y adecuada a las condiciones actuales, en virtud de lo cual, toda propuesta de manejo de los residuos sólidos se verá limitada en su éxito si no está respaldada por un sólido programa de educación ambiental, dado que este aspecto particular debe ser común en todo el país, con el apoyo de los grupos de profesionales de cada rincón de México.

La propuesta que aquí se presenta se debe complementar y formular para que los profesionistas y las administraciones puedan rescatar y hacer eficiente lo existente, subsanar las carencias, sostener o mejorar el nivel actual de prestación de servicios, implementar y sanear los sitios de disposición final que hoy se utilizan y promover el inicio de programas sencillos de regularización de tiraderos tolerados en nuestro país, dejando las bases necesarias para crear un sistema de manejo de residuos sólidos listo para operar y satisfacer la demanda actual de la ciudadanía de gozar de país limpio y, por ende, de un ambiente saludable, tanto para las generaciones presentes como para las futuras.



Propuesta de trabajo.

Se presenta una propuesta dividida en ocho partes; algunas partes son simultáneas o paralelas, pero otras resultan obligatoriamente secuenciales.

1. Recursos humanos.

El punto de partida que garantizará el éxito de los sistemas es, como se apuntó anteriormente, la existencia de un equipo multidisciplinario de profesionales abocados exclusivamente a enfrentar el problema en cuestión.

Este equipo deberá incluir personal con los siguientes perfiles profesionales: ingenieros sanitarios y ambientales e ingenieros químicos, que atiendan los aspectos técnicos del sistema; economistas, que estructuren sistemas tarifarios y realicen estudios de mercado para subproductos del proceso de los residuos sólidos, y administradores que ordenen los tiempos y movimientos de los recursos humanos, materiales y financieros incorporados al programa.

2. Equipamiento.

Evidentemente, la cantidad, la calidad y estado de mantenimiento del equipo disponible para instrumentar el programa de residuos sólidos será determinante para que los resultados sean óptimos.

En este renglón se incluye lo correspondiente a sistemas de cómputo, de comunicación y de transporte; bases importantes para la iniciación de la propuesta.



3. Evaluación del inventario.

Conocer lo que hay actualmente en los ayuntamientos y en los organismos prestadores de servicio público, determinar el estado real de los sitios de disposición final, incineradores, y evaluar los costos de reparación, adecuar, renovar o adquirir, según el caso, todo lo necesario para que las propuestas resulten viables, son tareas de primerísima prioridad.

4. Legislación.

Una tarea prioritaria será la de difundir la reglamentación vigente y apoyar a las comunidades para estudiarla, verificando que sea accesible y real a la situación económica, financiera y cultural de cada región.

5. Convenios institucionales.

Las dimensiones y la complejidad del problema de la basura hace que resulte del todo imposible afrontarlo únicamente desde el ámbito del gobierno municipal, aunque la ley establece que este es el organismo competente para el caso. El establecimiento de convenios de coordinación con las Secretarías de Estado a nivel Federal, y la dependencia encargada de la gestión ambiental por parte del gobierno del estado, es por tanto, una necesidad que el ayuntamiento deberá atender en el plazo más breve.

6. Monitoreo.

En un proceso tan dinámico como el de los residuos sólidos, el establecimiento de operación de un sistema de monitoreo es vital, debido a que se corre el riesgo permanente de generar agentes contaminantes.



Además del riesgo anterior, se puede favorecer la propagación de fauna nociva y microorganismos patógenos.

Esto no sólo es cierto para el caso de tiraderos o rellenos sanitarios, sino que lo es también para evaluar tiempos, movimientos y calidad del servicio de recolección, de la limpieza de la vía pública, parques y jardines, entre otros factores.

7. Sistemas de recolección.

La columna vertebral de cualquier propuesta para enfrentar el problema de la basura en las ciudades es sin lugar a dudas, la forma en que se garantice la llegada de todos los residuos generados a los lugares adecuados para su manejo, transformación o disposición final, según el caso.

Los residuos generados de las ciudades se pueden dividir básicamente, en seis tipos diferentes, que demandan también tratamientos distintos :

- ⇒ Residuos domiciliarios.
- ⇒ Residuos comerciales.
- ⇒ Residuos industriales.
- ⇒ Residuos municipales.
- ⇒ Residuos generados por escuelas.
- ⇒ Residuos de hospitales, clínicas y laboratorios.

8. Incineradores.

Los incineradores en los municipios son inversiones cuantiosas que deben implementarse y aprovecharse en todo su potencial.



Es evidente que se requiere un funcionamiento óptimo de este equipo, a fin de garantizar a la ciudad no poner en riesgo la calidad del ambiente ni generar amenazas para la salud de la comunidad.

Es vital controlar con precisión a los residuos ingresan para ser incinerados, admitiendo únicamente aquéllos cuyo tratamiento por este medio resulte apropiado; y manejarlos con sistema y pulcritud al interior de las instalaciones. Todo el énfasis que se dedique a los aspectos de formación ambiental del programa anterior será útil, y nunca resultará exagerado ni suntuoso.

Por una parte, todos los estudios y proyectos que se lleven a cabo, en tanto sean pragmáticos, serios y pertinentes, proporcionarán información de la que ahora se carece en buena medida; por otra, recordando que las causas del problema de los residuos sólidos radica en parte, en los patrones de consumo de la población y responden además a factores de carácter cultural y educativo, los procesos de formación ambiental son el camino idóneo para lograr lo que se puede llamarse una *cultura de la basura*.

3.1.8. Ingeniería Ambiental : recursos humanos, necesidades, estado actual y perspectivas ¹.

I. Introducción.

La definición de ingeniería ambiental ha evolucionado para abarcar tanto la solución de los problemas ecológicos como la modificación de los factores que los generan.

¹ Se tomaron algunas partes de un artículo de la Dra. Blanca Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería, UNAM.



En 1979, los planes de estudio vigentes en el país sobre esta rama de la ingeniería, se enfocaban casi exclusivamente a los problemas de contaminación atribuidos al avance de la tecnología y a las grandes concentraciones urbano - industriales.

Sin embargo, se debe reconocer que los problemas ambientales también dependen del contexto económico, la política interna e incluso de las relaciones con otros países. Esto último es particularmente cierto en los países en desarrollo.

Los planes de estudio de las carreras de ingeniería ambiental deben reconocer también que nuestro país posee tanto problemas del primer mundo (por ejemplo tóxicos muy agresivos de productos de una actividad industrial fuerte), como problemas del mundo subdesarrollado, como la falta de saneamiento básico y el empleo irracional de recursos naturales.

Por otra parte, creer que con la simple modificación de las currículas escolares basta para formar profesionales adaptados a las necesidades del país es un enfoque incompleto.

Las soluciones requieren no sólo de la implantación de programas formales, sino del vínculo real de tres actividades:

- ↳ La investigación.
- ↳ El desarrollo tecnológico.
- ↳ La formación y la capacitación de recursos humanos en varios niveles y tipos de programas.

La articulación de estos tres factores con la realidad social, económica y política de México es indispensable para la solución adecuada de sus problemas de contaminación, así como para transitar hacia un enfoque más preventivo.



Es por ello que en esta sección se analizan los tres aspectos, con la idea de que el éxito de su operación se basa en la relación entre ellas, y con la esperanza de contribuir con un plan que las englobe.

II. Problemas principales de contaminación en México.

En México, la industrialización se ha dado en algunas áreas de manera acelerada y sin la infraestructura ambientalmente adecuada. Las razones de ello son varias y van del desconocimiento simple hasta razones económicas, políticas y culturales.

Como resultado, el medio ambiente se encuentra actualmente en un deterioro grave y se aprecia el panorama industrial como difícil de controlar.

Por otra parte, la distribución industrial en el país no es homogénea, sino que su desarrollo ha tenido lugar en unos cuantos estados, lo que hace que los problemas de contaminación se concentren en áreas grandes, principalmente metropolitanas.

El impacto de este desarrollo es entonces considerable con una tendencia muy marcada al crecimiento de los subsectores más contaminantes.

Además, la intensidad de consumo de energéticos en la industria, creció por la política de precios y subsidios, llevando consigo a un impacto sobre el medio ambiente más importante que el estrictamente necesario.

La tabla siguiente muestra la degradación ambiental ocasionada por diversas actividades y hace evidente que la industria no es la única culpable de la contaminación, sino que las actividades agropecuarias y el desarrollo municipal también tiene consecuencias grandes, las cuales también se deben atender.



Causas y efectos de la degradación ambiental.

Causas de la degradación	Contaminación					
	Aire	Agua	Ruido	Suelo		
				D.B.	E.S.	DEF.
Agricultura		3		2	3	3
Desarrollo urbano	3	3	3	3	3	3
Ganadería		2		3		3
Alimenticia	1	3		2		
Azucarera		3		3	3	2
Cemento	3	3	1	3		
Farmacéutica	3	3		3		
Fertilizantes	3	2		2		
Fibras sintéticas	3	3		3		
Galvanotecnia	3	3	1	3		
Hidroeléctrica		2*				3
Minería, Metalurgia y Siderurgia	3	3	2	3		
Nucleoeléctrica	1	3	3	3		
Papelera	3	3	2	2	2	1



Petroquímica	3	3	2	3	2	1
Química inorgánica básica	3	3	1	3	1	1
Termoeléctrica	2	3	3			

* El cambio de un cuerpo corriente a otro estancado genera problemas ecológicos de diversos tipos.

Nota: En esta tabla los números representan el grado de contaminación que posee cada una de las causas de la degradación citadas.

1. Mínimo 2. Medio 3. Máximo

En particular, las actividades agropecuarias producen dos problemas ambientales poco atendidos en nuestro país: la contaminación dispersa del agua y la erosión del suelo.

En México hay poca información sobre el primero, pero en otros países hay evidencias de que la contaminación agropecuaria no puntual puede ser más grave que la generada por las descargas urbanas e industriales para ciertas zonas.

Por su parte, la erosión es tan grave que tal vez sea uno de los problemas ambientales principales de México, porque para recuperar un centímetro de suelo perdido se requiere tanto tiempo que, para fines prácticos, las zonas alteradas que en este país abarcan ya superficies muy extensas, no se pueden restaurar.

De la tabla anterior se deduce que México requiere especialistas en todas las áreas.

Por otra parte, la tabla mostrada a continuación indica industrias diversas que hay en cada estado de la república, para ilustrar que las necesidades de especialistas en ingeniería ambiental también se tienen a lo largo y ancho del territorio nacional.



Giros industriales por estado.

Estado	Giro industrial							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Aguascalientes	✓				✓		✓	✓
Baja California	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Baja California Sur	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Campeche	✓		✓	✓			✓	✓
Chiapas	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Chihuahua	✓		✓		✓	✓		✓
Coahuila	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Colima	✓		✓	✓			✓	✓
Durango	✓		✓		✓	✓		✓
Estado de México	✓				✓	✓	✓	✓
Guanajuato	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Guerrero	✓	✓	✓				✓	✓
Hidalgo			✓			✓	✓	✓
Jalisco	✓			✓	✓		✓	✓
Michoacán	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Morelos	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Nayarit	✓			✓		✓	✓	
Nuevo León			✓		✓			✓
Oaxaca	✓			✓			✓	✓
Puebla	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Querétaro	✓		✓		✓		✓	✓
Quintana Roo	✓			✓				
San Luis Potosí	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sinaloa	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Sonora	✓	✓	✓		✓			✓
Tabasco								✓
Tamaulipas	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Tlaxcala	✓				✓	✓	✓	✓
Veracruz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



Yucatán
Zacatecas

	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓				✓	✓

Nota: Las columnas corresponden a los giros industriales siguientes.

- A Alimentaria
- B Café
- C Termoeléctricas
- D Ingenios azucareros
- E Química, petroquímica y farmacéutica
- F Pecuaria
- G Servicios
- H Manufactureras

La tabla siguiente muestra un resumen sobre la evaluación del efecto ambiental de cinco ramas industriales de interés para el país.

Ésta, muestra que muchos de los problemas ambientales de la industria se encuentran también asociados a un contexto económico y político así como a la falta de una planeación.

Evaluación de tecnologías en cinco ramas industriales.

Industria	Aspectos ambientales y del sector
Azucarera	<p>Producción insuficiente, condiciones financieras deterioradas que impiden modernizarse, precios de venta del producto insuficiente.</p> <p>Emplean volúmenes grandes de agua los cuales son descargados sin tratamiento alguno para su manejo posterior.</p> <p>Produce emisiones de humos, polvos y óxidos de nitrógeno, contamina altamente el agua y produce cantidad de residuos sólidos.</p>



Minero cuprífera

Contaminación de aguas relacionadas con las descargas ácidas, de metales cianuro de sodio, materiales radioactivos, aceites.

Los procesos de combustión y la explosión de dinamita generan monóxido y dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Crea problemas de minado a cielo abierto.

Minera

La intervención estatal distorsionó las reglas tradicionales creando excesos que deprimieron su rentabilidad.

Las inversiones y el ritmo de obsolescencia técnica abren espacios que dificultan la reconversión tecnológica a mediano plazo.

Los problemas ambientales principales se derivan de la emisión al aire de polvos, gases y humos, así como las descargas de aguas residuales.

Cuero

Consumen volúmenes altos de agua.

Las aguas residuales son descargadas directamente al drenaje sin tratamiento previo.

El problema principal es el manejo y eliminación de los lodos provenientes del tratamiento de sus aguas por contener niveles altos de cromo.

Celulosa y papel

No dispone en el territorio nacional de plantaciones forestales técnicas, lo cual hace difícil la obtención de materias primas incrementando los costos y poniéndola en desventaja en el mercado internacional.

Provoca daños considerables en las zonas forestales y explotación racional de bosques.



Falta de una política de reforestación.

Contaminación de cuerpos de agua con materia orgánica, efluentes contaminados con sustancias químicas y emisiones al aire derivadas de los procesos de combustión.

III. Investigación.

La investigación en ingeniería ambiental en México se ha realizado en una forma desordenada (cada grupo define sus prioridades y temas, sin importar repeticiones e impacto posible), con auge en pocos organismos y que sigue siendo escasa y prácticamente nula en las instituciones de educación superior.

La separación entre la investigación y docencia en muchas escuelas hace que el personal académico no modernice sus conocimientos y en consecuencia se forman ingenieros ya "obsoletos", antes de terminar.

La investigación multidisciplinaria no ha tenido un campo fértil, salvo cuando se trata de estudios de impacto ambiental, pero estos últimos, en general, tienen la finalidad de llenar un requisito burocrático, más que de incorporar aspectos preventivos en los proyectos para contribuir al desarrollo sustentable y casi en ningún caso se le da seguimiento a las recomendaciones o advertencias del estudio. Las empresas privadas contribuyen, aunque en forma limitada, no sólo al patrocinio sino incluso al fomento de la investigación. En la mayoría de los casos, los industriales de las empresas grandes solicitan el apoyo a las casas matrices ubicadas, generalmente en otros países, y que les aportan soluciones prefabricadas.

Así, las escasas investigaciones mexicanas, suelen orientarse a la solución de problemas específicos en un plazo corto, y en forma puntual y fortuita, y sin lograr un claro avance y consolidación de los grupos de investigación.



De acuerdo con la política actual de país y los problemas principales de contaminación expuestos, los campos de la ingeniería ambiental que son de importancia para la investigación son :

- A. **Desechos sólidos.** Son dos las líneas de interés : desechos municipales y residuos peligrosos.
- B. **Aire.** En materia de contaminación atmosférica, existe una diversidad de grupos en el país que se orientan hacia el modelo matemático de la contaminación.

El grado de refinamiento de los modelos desarrollados se puede considerar aceptable, sin embargo la contaminación de las ciudades principales no se ha resuelto.

Lo anterior revela la necesidad de efectuar investigación y, sobre todo, desarrollo tecnológico en las áreas siguientes de la ingeniería :

- Estrategias para el control efectivo de la contaminación en el Valle de México.
- Sistemas de depuración de efluentes gaseosos industriales.
- Química analítica para la determinación de las reacciones y sustancias que se producen en el *smog* fotoquímico.
- Modificaciones a los procesos productivos para disminuir las emisiones al aire.
- Ingeniería de tránsito para evitar congestionamientos viales y disminuir las emisiones de las fuentes móviles.
- Combustión de bajo contenido de oxígeno y combustibles de calidad ambiental mala.
- Desulfuración del petróleo mexicano y sus derivados.



- ☛ Mejoramiento de los combustibles mexicanos para abatir la contaminación.
- ☛ Mejoras en la combustión interna de vehículos automotores.

C. **Agua.** En este caso, por su antigüedad, es donde hay más grupos de investigación mejor consolidados y que afortunadamente, se encuentran dispersos en el país. No por ello el problema de la contaminación del agua está resuelto, como lo manifiestan el estado de los cuerpos de agua del país, por lo que, de acuerdo con los problemas principales, las áreas de investigación que conviene ampliar son :

- ☛ Sistemas de tratamiento de aguas residuales de costo bajo y sistemas de tratamiento para desechos líquidos industriales (petroquímica, química, alimenticia, etc.).
- ☛ Sistemas de tratamiento y disposición de lodos industriales.
- ☛ Reuso de agua.
- ☛ Uso eficiente de agua.
- ☛ Técnicas analíticas de biomonitoreo.
- ☛ Control de la contaminación y manejo racional de acuíferos.
- ☛ Control y prevención de derrames en sistemas de agua.
- ☛ Definición de tóxicos prioritarios en agua.
- ☛ Definición de agua potable.
- ☛ Recuperación de lagos y embalses.



- Sistemas de tratamiento de agua residual.
- Tratamiento y disposición de lodos domésticos.

D. Contaminación térmica. En este caso no existen grupos, a pesar de la necesidad de establecer la magnitud e impacto del problema en México.

En especial se requieren datos sobre la tolerancia de las especies acuáticas en variaciones de la temperatura normal, y la transformación de estos datos, en una normatividad adecuada.

E. Ruido. Este es un problema de contaminación poco atendido. Los grupos de investigación son escasos y limitan sus contribuciones a trabajos de diagnóstico. Sin embargo, frente a otros problemas ambientales este pudiera ser considerado de menor prioridad.

F. Erosión del suelo. De acuerdo con la *Comisión Nacional de Ecología* (1989-1990) la causa principal del deterioro de los suelos es la erosión hídrica y eólica.

México presenta erosión por lluvias en el 63 % de su territorio. Las líneas sin estudio son :

- Manejo adecuado de los recursos naturales (forestales, hídricos, mineros, etc.)
- Desarrollo de tecnología agrícola apropiada a las condiciones del país.
- Uso, manejo y disposición adecuada de plagicidas, fertilizantes y detergentes.
- Técnicas y políticas para desarrollar asentamientos humanos en forma planificada.



G. Otros campos. Aunque es evidente, cabe destacar que la necesidad de realizar investigación en las ciencias ambientales, no sólo abarca la ingeniería y se señalan a continuación algunas líneas indispensables para el control de la contaminación :

- ⊗ Preservación del suelo y control de la erosión.
- ⊗ Efectos de la contaminación en la flora y fauna mexicana (biodiversidad).
- ⊗ Efectos toxicológicos de los problemas específicos de contaminación en México.
- ⊗ Preservación y conservación de los recursos naturales.
- ⊗ Conocimiento del medio ambiente mexicano para la selección correcta de los límites máximos y mínimos permisibles en la normatividad y el establecimiento de criterios ecológicos realistas y útiles.

IV. Desarrollo tecnológico.

El desarrollo tecnológico es un problema medular de la ingeniería ambiental en México. En efecto, la desvinculación entre la obtención de soluciones concretas que respondan a las necesidades del país y la academia, es notorio.

Los logros de transferencia y desarrollo tecnológico son escasos, se realizan en forma aislada y sin sistematización por sólo algunos grupos de investigación. La tecnología mexicana todavía es, con frecuencia, menospreciada o simplemente desconocida frente a las aportaciones de otros países, las cuales, en ocasiones, son un fracaso en México, ya sea por su calidad mala o por su falta de adecuación al contexto nacional.



La actitud industrial hacia la investigación y el desarrollo de tecnologías ambientales nacionales es indiferente y la minoría que las adquirieren recurre a tecnologías probadas.

Las empresas transnacionales, con capacidad de recurrir a la investigación, importan lo necesario para la solución de sus problemas. Las empresas micro y medianas, sólo en casos muy específicos, se agrupan para apoyarse en la innovación tecnológica con objeto de resolver un problema en común.

V. Formación de recursos humanos.

V.1. Antecedentes.

Durante la *Conferencia de las Naciones Unidas* sobre el "Medio Ambiente" celebrada en Estocolmo, Suecia en 1972, se aprobaron 109 recomendaciones, el *Plan de Acción de Estocolmo*. La número 96 establece la necesidad mundial de crear programas de educación sobre el medio ambiente con carácter interdisciplinario y que abarquen todos los niveles de enseñanza.

En México, con la creación de la *Universidad Autónoma Metropolitana* (UAM) en 1973, aparece la primera licenciatura en ingeniería ambiental; aunque desde 1951, en la UNAM existían estudios de posgrado en ingeniería sanitaria (primer programa de Latinoamérica), pero que cambió de nombre y enfoque a ingeniería ambiental en 1979. En esa misma fecha se inició el doctorado correspondiente. Un aspecto interesante de los estudios en medio ambiente es la juventud relativa en la disciplina y la amplitud del campo que abarca. De ahí que la ingeniería ambiental, naciera junto con el atributo de "enfoque interdisciplinario" debido a que no había un grupo de profesionales que atendiera los problemas del medio ambiente como objetivo, y mucho menos que tuviese los conocimientos necesarios para afrontar todos los problemas.



Actualmente, y poco a poco, la ingeniería ambiental comienza a ser una rama propia, gracias a la definición misma de la variable ambiental dentro del sector gubernamental.

En 1976, el gobierno mexicano concreta y formaliza la preocupación nacional por la ruptura del equilibrio entre naturaleza y desarrollo al crear la *Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente*. Posteriormente, en 1982 con la aparición de la *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología* (SEDUE) se da un paso definitivo para la conformación del sector ambiental.

En 1995, se considera necesario que el buen manejo del medio ambiente no sólo debe considerar el control de la contaminación sino también el manejo de los recursos por lo que se fusionan varias dependencias dando lugar a la *Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*. Las áreas que abarca son :

- Agua.
- Aire.
- Residuos sólidos y desechos peligrosos.
- Contaminación térmica.
- Radioactividad.
- Ruido y vibraciones.
- Impacto ambiental.

Formalmente, no se ha incluido la erosión del suelo, pero por lo menos debía haber una vinculación más estrecha entre los ingenieros ambientales y los especialistas dedicados a ese problema.

La formación de recursos humanos en cuestiones ecológicas es sin duda una necesidad urgente del país. En este campo, son cuatro los aspectos que deben cubrirse :

1. El conocimiento del medio ambiente y su evolución frente a los cambios diversos que vive la Tierra. La preparación es entonces del lado de las disciplinas básicas (Ecología, Biología, Química, Salud Pública, etc.).



2. El conocimiento de cómo debe actuar el hombre para prevenir y controlar los problemas generados por la contaminación y el uso irracional de los recursos. En este caso intervienen las disciplinas aplicadas (ingenierías, básicamente).
3. El conocimiento de los costos, tanto de los impactos ecológicos (positivos y negativos) como de las acciones para resolverlos (economía y evaluación de proyectos).
4. El conocimiento de cómo emplear los dos aspectos anteriores en beneficio de la sociedad (intervienen entonces las ciencias sociales como la administración, leyes, etc.).

Así la formación de ingenieros ambientales tiene por objeto contar con el personal capacitado para seleccionar, diseñar e implantar soluciones para el control de la contaminación en una determinada área.

La ingeniería, a diferencia de las aportaciones que tienen otras profesiones en el campo de las ciencias ambientales, debe siempre llegar al diseño, implantación y operación de métodos de control.

En cuanto al tipo de actividades que puede realizar un ingeniero ambiental se distinguen:

- ⊖ Desarrollo y adaptación de tecnología.
- ⊖ Investigación.
- ⊖ Manejo y operación de sistemas de control de la contaminación.
- ⊖ Planeación y diseño.
- ⊖ Administración.
- ⊖ Educación.



V.2. Cuantificación de la demanda.

La *Organización Panamericana de la Salud* (OPS) señala que requiere un ingeniero ambiental por cada 25 000 habitantes. Para México ello implica la existencia de 3 240 profesionales y la formación de 58 ingenieros adicionales cada año (sobre la base de 81 millones de mexicanos y una tasa media de crecimiento del 1.8% anual). Los requerimientos no son homogéneos en el país, sino que, son proporcionales a la densidad geográfica, a la actividad industrial o a las características propias de la zona en turno.

Es importante hacer notar que la distribución de la demanda debería generar una atención para la formación del personal, también zonificada, sobre todo porque es indispensable que los ingenieros conozcan las características regionales para diseñar soluciones acordes al medio ambiente que los rodea.

V.3. Inventario de recursos humanos.

Una encuesta realizada por el *Instituto de Biología* de la UNAM en 1986, señala que de las 24 181 personas que trabajan en el campo del medio ambiente, el 55 % son de nivel técnico; 43.8 % son de licenciatura; 0.79 % son de maestría; y el 0.40 % corresponden al nivel de doctorado. Los posgrados, que constituyen 191 maestrías y 97 doctorados, engloban todo tipo de profesionales y no necesariamente de dicha área.

Pocas instituciones informan sobre el número de egresados. Sin embargo, tomando como base las dos instituciones con mayor matrícula, es posible obtener una idea. Entre 1957 y 1995 han egresado de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 39 especialistas, 183 maestros y 2 doctores en *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*.



De la carrera de *Ingeniería Ambiental* de la UAM - Azeapotzalco se han titulado 125 ingenieros.

Con estos datos y considerando los egresados de otras instituciones nacionales e internacionales se estima que hay alrededor de 600 ingenieros ambientales en México.

V.4. Situación en otros países.

En el panorama internacional, la *Asociación de Profesores de Ingeniería Ambiental de los Estados Unidos y Canadá* (1989) señaló que el número de profesionales en esta área no se ha incrementado lo suficiente en todos los países y que actualmente sufren problemas por la falta de especialistas.

V.5. Oferta de estudios.

Actualmente, la posibilidad de formarse en ingeniería ambiental cubre tres niveles: licenciatura, maestría y doctorado.

Esta capacidad aunque reducida, debidamente reforzada mediante el entrenamiento de diversas profesiones en habilidades específicas de la ingeniería ambiental, por medio de especialidades como respuesta a problemas concretos podría constituir la base para la creación de recursos humanos en el país.

De acuerdo con un estudio realizado por la *Comisión Nacional de Ecología*, existen 290 programas en estudios ambientales.

Aunque en casi todo el país existe la alguna capacidad de formación de recursos humanos en ingeniería ambiental, la mayor infraestructura educativa se concentra en el D.F. y el enfoque está concentrado fundamentalmente en las ciencias naturales.



V.5.1. Institución dentro de las licenciaturas.

Antes de analizar las licenciaturas que existen, es necesario reconocer el interés que las diversas escuelas de ingeniería han dado al problema de la contaminación.

Prueba de ello, es que actualmente en varias carreras se incluyen cursos sobre contaminación ambiental y/o ingeniería ambiental en forma obligatoria.

Cabe señalar que en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, el plan nuevo de estudios vigente contempla, para todas las carreras que aquí se imparten, una asignatura obligatoria denominado "Energía e Impacto Ambiental".

V.5.2. Licenciaturas en ingeniería ambiental.

La formación en ingeniería ambiental a nivel licenciatura se caracteriza por formar profesionales con un enfoque global que, teóricamente, lo hacen capaz de analizar los problemas y establecer soluciones en todos los campos del medio ambiente.

Afortunadamente, algunas instituciones reconocen que el medio ambiente es muy vasto y limitan el campo de actuación de sus egresados, para que como ingenieros, sean capaces de llegar al diseño e implantación de soluciones.

En la tabla que se muestra a continuación, se indican las licenciaturas de ingeniería ambiental existentes en el país, así como su área de adscripción y la institución que las ofrece. También se señala el enfoque principal que cada una de estas instituciones da a las licenciaturas mencionadas.



Licenciaturas en ingeniería ambiental.

Área de adscripción	Institución	Enfoque
División de Ciencias Básicas	Universidad Autónoma Metropolitana	Agua y aire
Escuela Superior de Ingeniería	Universidad Autónoma de Coahuila ¹	Global
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI)	Instituto Politécnico Nacional	Global
División Académica de Ciencias Biológicas	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco ²	Global
Escuela de Ingeniería Ambiental	Universidad de Occidente	Global
Departamento de Occidente	Universidad de Occidente	Global
Facultad de Ciencias Agrícolas	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Global
Escuela Superior de Ecología	Centro de Estudios Superiores de Sonora ³	Global

- Notas: 1 Actualmente abierta pero no se admiten ya ingresos.
2 Se denomina *Ingeniería Civil Ambiental*.
3 Se denomina *Ingeniería Ecológica*.



V.5.3. Maestrías.

Las maestrías tienen por objeto formar profesionales para la solución de problemas nuevos, así como para capacitarlos en actividades de investigación y docencia. La tabla siguiente cita las maestrías que se imparten en el país.

Maestrías en ingeniería ambiental.

Adscripción	Universidad	Fecha de inicio
Facultad de Ingeniería Civil	Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey ¹	1974
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura	Instituto Politécnico Nacional, D.F.	1980
Ciudad Docente Interdisciplinaria de Ciencias y Administración, Instituto de Ingeniería	Universidad Veracruzana, Veracruz	1980
Facultad de Ingeniería	Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida	1977
Facultad de Ingeniería	ITESM	1961
	UNAM	1987 ²
	División de Estudios de Posgrado de la UNAM, Campus Morelos.	1992
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua	1992

Notas: 1 Cuenta adicionalmente con la maestría en Salud Pública creada en 1984.

2 Como Ingeniería Sanitaria y que cambió de nombre a Ingeniería Ambiental en 1979.



V.5.4. Doctorado.

El objetivo de un doctorado es preparar al profesional para que realice investigación original.

Actualmente, el único lugar en el que se imparte el doctorado en *Ingeniería Ambiental* es la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, de la UNAM, la cual desde su inicio en 1978 ha formado 4 doctores y que en este momento cuenta con 14 alumnos regulares inscritos.

V.5.5. Especializaciones.

La urgencia de contar con recursos humanos capacitados para afrontar los problemas ambientales específicos en un país, hacen que se requiera un particular esfuerzo para impulsar la modalidad de las especializaciones, empleando para ello a los profesionales y las instituciones de nivel mayor del país.

Las especializaciones son muy útiles para preparar en un corto plazo a diversos tipos de profesionales para efectuar un ejercicio práctico dentro de una rama específica.

Por ello, son muy necesarias en el contexto actual mexicano a pesar de que son pocas las ofertas en el mercado.

La tabla que se muestra a continuación, indica las especializaciones en ingeniería ambiental existentes en México.

En esta tabla se enuncian las instituciones que ofrecen las especializaciones, así como la ubicación geográfica de las mismas dentro del país.



Instituciones que imparten especializaciones en ingeniería ambiental.

Institución	Ubicación
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez	Chihuahua
Instituto Tecnológico de Saltillo	Coahuila
División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM	D.F.

Fuente: CONADE, 1991.

A continuación se señalan las necesidades de especialización por campo en la ingeniería ambiental, éstas responden a problemas inmediatos y en las mismas el gobierno tienen en marcha actividades específicas para el control de la contaminación.

Especializaciones, en ingeniería ambiental, requeridas en México.

Campo de la ingeniería ambiental	Necesidades de especialización
Residuos sólidos	Diseño de rellenos sanitarios para comunidades pequeñas Manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos en zonas urbanas Manejo y disposición de residuos peligrosos



Aire	Evaluación de la emisión de contaminantes
	Sistemas de control para fuentes fijas
Agua	Depuración y reuso
	Abastecimiento y potabilización
	Uso eficiente del agua
	Saneamiento básico
	Control de la contaminación y explotación de acuíferos
	Manejo de sistemas de abastecimiento y potabilización de agua
	Manejo de sistemas de depuración de agua
Medio ambiente	Estrategias para el control de la contaminación del aire con enfoque de sistemas
Otros campos	Auditorías ambientales

Como ejemplo, cabe resaltar, la importancia de las dos especializaciones últimas en el rubro de agua.

El manejo y operación de los sistemas de agua, que actualmente pasan por el proceso de descentralización y privatización, requieren personal capacitado.



En las escuelas diversas y universidades de México no existe programa alguno que refleje esta decisión gubernamental.

Actualmente, los organismos operadores necesitan profesionales no sólo capacitados técnicamente sino además que afronten los retos que la modernización les impone: emplear conceptos de calidad total, comprender el manejo y la filosofía de un servicio público al mismo tiempo que mantener un negocio rentable.

Los programas tradicionales de maestría no constituyen una respuesta, y éste sería un campo fértil para las especializaciones.

V.6. Comparación entre los estudios formales en México y otros países.

En cuanto a la oferta de estudios, son pocos los países que ofrecen la carrera de *Ingeniería Ambiental* a nivel licenciatura: Portugal (Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Nova Lisboa); Francia (Universidad Tecnológica de Compiègne) y Alemania (Universidad de Berlín), son algunas.

En Estados Unidos no se imparte la licenciatura pero, en cambio, cuenta con 94 universidades, con estudios de posgrado en *Ingeniería Ambiental*, 59 de ellas (63 %) otorgan el grado de doctorado, sólo en tres de ellas egresan 80 maestros, en promedio, anualmente.

En cuanto al doctorado, se estima que se titulan un poco más de una centena al año. La formación es general (agua, aire, desechos sólidos) y la especialización se adquiere según sea el campo en el cual se elabora la tesis. Cabe aclarar que del total de estudiantes matriculados en Estados Unidos, aproximadamente el 38 % son de tiempo parcial y el 32 % son extranjeros.

En Europa, la formación es, en contraste, por campo; y países específicos han adquirido notoriedad en áreas particulares.



Especialidades de algunos países en campos de la ingeniería ambiental.

País	Enfoque
Alemania	Agua Residuos sólidos y peligrosos
Canadá	Agua Manejo de recursos
España	Impacto ambiental Agua
Estados Unidos	Todas las ramas de la ingeniería Ambiental
Francia	Agua Desechos sólidos
Holanda	Agua Impacto ambiental
Inglaterra	Agua Aire
Israel	Reuso
Japón	Aire

La tabla siguiente, adaptada de la OPS, muestra la situación comparativa de los cursos en ingeniería ambiental en América Latina.



Estudios en ingeniería ambiental en América Latina.

País	Núm. de Instituciones	Investigación			Investigación		
		Cursos	Ing. Sanitaria	Opión Ing. Civil	Especialización	Maestría	Doctorado
Argentina	1	2	--	--	1	--	--
Brazil	16	20	6	1	2	2	5
Colombia	7	8	4	--	2	3	--
Chile	3	3	--	1	1	2	--
Ecuador	1	1	--	--	--	1	--
Guatemala	1	1	--	--	--	1	--
México	9	11	7	1	--	7	1
Nicaragua	1	1	--	--	--	1	--
Panamá	1	2	1	1	--	--	--
Perú	2	4	3	--	--	1	--
Venezuela	5	7	--	1	--	2	--
Total	49	68	16	3	6	20	6

VI. Estrategia de actuación para fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos en ingeniería ambiental.

La ingeniería ambiental debe responder particularmente a los problemas del país. Pero ¿cómo efectuarlo?

Es indispensable que el sector público, usuario e interesado, actúe como eje articulador de las organizaciones de universidades. Adicionalmente, debe motivar la participación de otras áreas del sector público que actúan como promotoras de la investigación y de la educación.



Igualmente, el gobierno debe coordinar y orientar a las empresas privadas para hacer que los centros de investigación y de educación respondan a sus necesidades.

Un problema, que no se ha resuelto, es el cómo abarcar todos los campos de la ingeniería ambiental en un contexto de escaso personal con un nivel alto que sirva como capacitador, combinado con la carencia de recursos económicos para financiar programas.

Nuevamente, la solución podría ser el acercamiento estrecho entre los usuarios del personal capacitador (para financiamiento y apoyo), los centros que cuenten con profesionales de nivel alto (para la formación de recursos nuevos) y las universidades (para supervisar, coordinar y ser responsables de la educación).

Una participación que sea multisectorial y multinstitucional es indispensable.

Por otra parte, la experiencia revela que muchos de los programas de capacitación a nivel de especialización o diplomados logran conjuntar a los mejores ponentes casi siempre al principio o en forma ocasional. Así, a medida que se repiten los programas de capacitación, la calidad disminuye.

El ejemplo de paquetes educativos en todas las modalidades de enseñanza podría remediar este problema.

Entendiendo como paquete educativo la elaboración de uno o varios expertos del material de enseñanza (apuntes para alumnos, material de guía al profesor y material de aprendizaje audiovisual y para trabajo fuera de clase); el contar con un acervo de este tipo, contribuye a que la enseñanza sea homogénea, independientemente de los profesores.



3.2. Ingeniería biomédica.

3.2.1. Terapia genética.



En el mundo cientos de pacientes reciben ya el tratamiento con base en una terapia genética. En el siglo que viene, el procedimiento será muy común en cualquier parte del mundo.

Existen enfermedades como la *Combinación Severa de Inmunodeficiencia (SCID)*, en la cual se ha aplicado esta terapia.

La enfermedad citada es causada por una degeneración producto de la carencia de un tipo de enzima específica, la cual al estar ausente, provoca una deficiencia en el sistema inmunológico con lo que el paciente queda expuesto a diversas infecciones de las llamadas oportunistas.

Un grupo de expertos del *Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos*, removieron los glóbulos blancos de la sangre e insertaron copias normales del gen defectuoso en el cuerpo de los enfermos.

El experimento resultó bueno, y a lo largo de más infusiones, la condición de los pacientes mejoró. La terapia genética propone la adición de material genético en condiciones apropiadas a un cuerpo con alguna alteración producto de un enfermedad o degeneración del propio organismo, como es el caso del cáncer.



En la actualidad, los científicos trabajan en la estructura genética de las células, ya que éstas producirán los verdaderos cambios en la bioingeniería.

Se espera que para el año 2000 la ciencia pueda, no sólo explicar el origen de algunos padecimientos, sino también el material genético en su cura.

Funcionamiento de la terapia.

Hoy en día, el problema es el transporte e inserción del material genético en las células, para resolver esto, se está estudiando el funcionamiento de penetración de los virus, ya que éstos tienen la propiedad natural de insertar su material genético en otra célula. Con esta terapia, se transportará el material genético y se introducirá su ADN en las células defectuosas.

3.2.2. Órganos artificiales.

Naturalmente, la ingeniería de los tejidos artificiales es lo que sigue dentro del campo de los tratamientos de enfermedades, siendo el material a utilizar las células.

El trasplante de órganos artificiales es muy ambicioso, ya que no depende solamente de la manufactura de tejidos sintéticos que puedan llegar a formar parte del cuerpo humano, sino que, en especial, esta técnica pretende el trasplante de órganos de animales al ser humano.



El rechazo a este tipo de trasplante, por parte del cuerpo humano, será contrarrestado con drogas, las cuales, harán aceptables los tejidos trasplantados.

Un ejemplo de esta técnica lo constituye la investigación sobre un páncreas artificial. Investigaciones hechas por el *Instituto Tecnológico de Massachusetts* y la *Universidad de California*, han descubierto que implantes de dispositivos en un páncreas dañado, pueden reducir el almacenamiento de glucosa, estos dispositivos funcionarán mediante impulsos eléctricos con una frecuencia tal que este órgano trabaje normalmente en el cuerpo humano.

Además estos dispositivos podrán detectar anomalías en la cantidad de glucosa en la sangre y las eliminarán antes de que existan repercusiones en el organismo.

3.2.3. Anticonceptivos futuros.

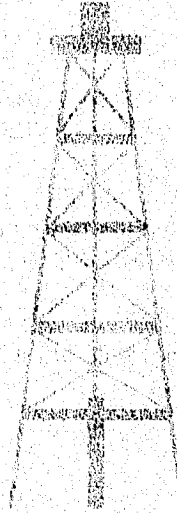
Muchas de las técnicas antiguas de anticoncepción, serán reemplazadas por técnicas nuevas futuras. Las expectativas de anticonceptivos nuevos para el hombre siguientes.

- ⇒ Para el año 2000 : Condón delgado, fuerte, sin látex.
- ⇒ Para el año 2005 : Inyección con una duración de 3 meses, conteniendo andrógenos con progesterona.
- ⇒ Después del año 2005 : Vacuna anticonceptiva (ésta será efectiva por un año, se piensa utilizar comúnmente para el año 2015). Agentes inyectables (bloques de maduración de espermas, serán efectivos durante varios meses, todo esto para el año 2015).



Las expectativas de anticonceptivos nuevos para la mujer son :

- Para el año 2000 : Hormona liberadora (este será un implante de inserción y remoción fáciles, su efectividad será de tres a cinco años).
- Para el año 2005 : Liberación de progesterona (éste será un dispositivo intrauterino, el cual trabajará por cinco años, ya se vende en algunas partes de Europa).
- Después del año 2005 : Implantes biodegradables (serán efectivos alrededor de tres a cinco años, se calcula comercializarlo para el año 2010).



3.3. Ingeniería de energéticos.

3.3.1. Gas natural.

En México, uno de los energéticos más importantes es el gas natural. En 1991, la importación de gas fue de 164 000 000 [ft³ / día]; mientras que, en 1992, fue de 250 000 000 [ft³ / día]. Cabe mencionar que PEMEX produce 3 600 000 000 [ft³] de gas natural diariamente.

La producción diaria de petróleo en nuestro país es de 2 600 000 [barriles / día] (1 barril = 142 litros), de los cuales el 53.85 % (aproximadamente 1 400 000 [barriles / día]) son de crudo ligero e intermedio y el resto (1 200 000 [barriles / día]) son de crudo maya (éste es pesado y con una viscosidad alta).

La mitad de la producción diaria señalada se procesa en México, siendo para consumo nacional (1 300 000 barriles diarios), la otra mitad es exportada.

El 73 % de la cantidad para exportación se obtiene de la Bahía de Campeche, un 17 % se obtiene de los estados de Tabasco y Veracruz, y el 10 % restante es de Salina Cruz, Oaxaca (este 10 % se manda a Japón).

Los consumidores principales del petróleo exportado son Israel, Japón, España y Estados Unidos.



Con base en lo anterior se calcula que un mexicano utiliza, diariamente, 2.3075 litros de petróleo (considerando que somos, aproximadamente, 80 millones de mexicanos).

También es conveniente observar que, mientras México exporta petróleo, importa gas.

En 1993 las exportaciones totales mexicanas fueron de 30 000 millones de dólares, de los cuales PEMEX suministró el 40 % y en 1994 pagó 17 000 millones de dólares por concepto de impuestos, por lo que se convierte en la única empresa mexicana capaz de respaldar la deuda pública del país.

La inversión total de PEMEX para el periodo 1993 - 1997 está calculada en 22 000 millones de dólares, de los cuales el 60 % se destinará a la exploración y la producción, un 28 % será para refinación, otro 5 % será para la obtención del gas y el 7 % restante se dedicará a la industria petroquímica. En México, las plantas termoeléctricas utilizan el 50 % del consumo nacional de hidrocarburos.

Algunas de estas plantas son las que se localizan en Tula (ésta, usará combustóleo produciendo un 0.8 % de azufre, ya no el 3 % como hoy), en Venta de Carpio (plantas alimentadas por gas por lo que ya no usan combustóleo), en Manzanillo y en Yucatán. Ahora lo que se busca evitar es la cantidad de contaminantes que se lanzan a la atmósfera debido a las emisiones de azufre, lo que hace necesario utilizar gas para disminuir el grado de contaminación existente actualmente.

Para disminuir la cantidad de contaminantes que se tiene hoy en día es necesario concientizar a la población, comenzando por los empresarios o dirigentes principales, por ejemplo los dirigentes de los "peseros" y "trailereros", o los empresarios de compañías grandes, como *Bimbo*, la cual es una de las pocas empresas que utiliza, para sus unidades móviles, gas licuado.

Pero no es fácil, se deben deshacer "mafias", la mafia de las gasolineras, de los "peseros", etc.



También es imperativo cambiar los procesos de las plantas generadoras de energía eléctrica, siendo éstas una de las fuentes principales de contaminación a nivel mundial. Ejemplos vivos de plantas gasolétricas son la planta de Rosarito y la de Zamalayuca, mismas que trabajan y trabajarán con gas importado.

Este hecho nos trae problemas muy graves. Primeramente se tiene un problema de soberanía, ya que el gas vendrá, próximamente, de E. U. y, entonces, estas plantas estarán supeditadas a éste. Segundo, no habrá dinero suficiente como para pagar el consumo necesario de gas y los dólares requeridos serán extranjeros.

Un hecho que pondrá en un peligro mayor a la soberanía mexicana, será el tiempo de duración de las reservas de gas texanas, las cuales, se calcula, darán abasto durante los 8 años próximos.

En Tamaulipas se encuentra el yacimiento de gas dulce y seco, más grande de México, se llama "Burgos", al que se le calcula una duración aproximada de 50 años y el cual se encuentra, aún, sin explotar. Este yacimiento representa una tentación grande para los vecinos del norte y una oportunidad grande para los empresarios mexicanos quienes pueden comenzar a invertir en la explotación de este recurso, pero si no actúan de una forma rápida e inteligente, dejarán el camino abierto a los extranjeros que tratarán (y tal vez lo consigan) de adueñarse de esta riqueza natural que pertenece a todos los mexicanos.

En un futuro, muy próximo tal vez, la construcción de las grandes plantas termoeléctricas se dará cerca de la frontera con Estados Unidos para, de esta manera, poder importar el gas texano (que, *probablemente* podrá provenir del yacimiento tamaulipeco citado, *por cuestiones físicas*), con más facilidad.

Por otra parte, se observa que el sureste de México es una zona estratégica de suma importancia, así como lo es el norte de la república; el centro es "otro mundo", por lo cual se puede intuir que el país se está dividiendo en 3 partes: México del Norte, México del Centro y México del Sur.



Esta situación debe atenderse si no se desea que México termine dividido y absorbido por el vecino del norte.

Para concluir con este tema, se considera que México debe aumentar, por lo menos, tres veces el número de gasoductos que posee actualmente (11 000 [km]), la cual es una cifra muy pequeña si se compara con los 300 000 [km] de gasoductos que posee Estados Unidos.

Pero no se debe olvidar que a todo mexicano corresponde ayudar a solucionar estos problemas, por ejemplo, se puede dar una atención mayor a la ingeniería, la cual es un área del conocimiento capaz de contribuir significativamente con la salvaguarda de la soberanía (primeramente) y la economía nacionales.

Aspectos físicos del gas natural.

Se distinguen dos clases de gases: el obtenido en la refinería a partir del petróleo y el natural, procedente de los yacimientos de este mismo mineral, con el que se encuentra mezclado.

Los principales gases del petróleo son el butano y el propano, que a una presión baja se licúan fácilmente, lo que permite transportarlos en cisternas o bombas. Al comercializarlos, se mezclan en general con otros, como el butileno y el propileno, y se deshidratan para evitar cualquier clase de obstrucción en las canalizaciones.

Estos gases tienen una densidad superior a la del aire y un poder calorífico elevado, de modo que puede acumularse en una bomba de 25 litros el equivalente energético de 35 a 40 [m³] de gas.

Al utilizarlos, se vaporizan por efecto de la expansión, con el enfriamiento consecuente del recipiente en el que están contenidos. No son muy tóxicos, se les suele añadir una sustancia olorosa para descubrir cualquier escape debido a fugas en las tuberías.



El gas butano se adapta mejor al uso doméstico, mientras que el propano está más indicado en las calderas de calefacción central y en diversos usos industriales (como por ejemplo : sopletes, hornos metalúrgicos, trabajo del vidrio, etc.).

Estos dos gases se emplean también en los motores térmicos.

El gas natural, compuesto de un 80 a un 99 % de metano, según los yacimientos, y de otros gases (etano, hidrógeno sulfurado, gas carbónico, nitrógeno, etc.), es de baja densidad, más ligero que el aire y de combustión bastante difícil.

Requiere por este último motivo el empleo de quemadores bien adaptados a los diferentes usos para los que se presta.

Constituye el combustible básico para la calefacción doméstica y en la industria de algunos países por tener un costo tres veces inferior al del petróleo.

Tiene un rendimiento del 90 %, arde con una llama limpia, no crea problemas de contaminación a causa del azufre o por ocasionar una combustión mala y, si se utiliza en calderas, ofrece la ventaja de hacer innecesarios los depósitos de almacenamiento grandes.

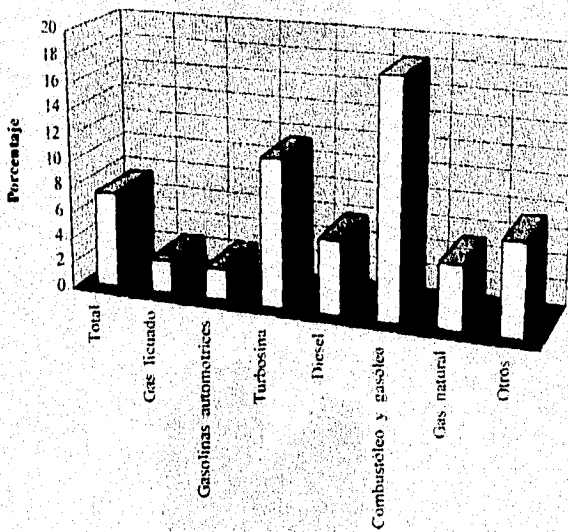
El consumo de este combustible es cada día mayor en el mundo, siendo los primeros productores : Estados Unidos, la ex-URSS, Holanda, Canadá, Gran Bretaña, Argelia, Irán, Arabia Saudita, Kuwait, Nigeria, Libia, Rumania, Alemania, Francia, e Italia.

En el continente americano, las reservas de este combustible se encuentran en México, Venezuela, Argentina, Perú, Colombia y Bolivia.

El mejor medio de transporte, para este compuesto, es el gasoducto, el cual es un tubo construido con una mezcla de cemento ligero y amianto, para evitar la corrosión, aunque también se puede licuar el gas a una presión baja y almacenarlo en los tanques metaneros, siendo estos, un tipo especial de tanques dentro de la categoría de los tanques petroleros.



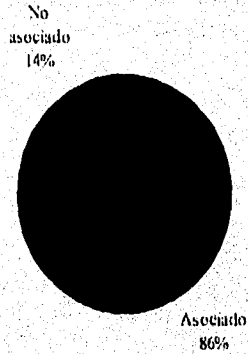
Crecimiento del volumen de las ventas internas de productos petrolíferos y gas natural, 1994.



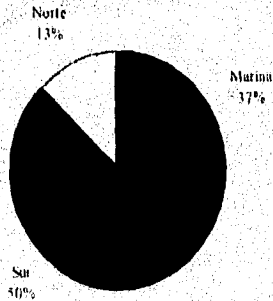


Producción de gas natural, 1994.

Por tipo



Por región

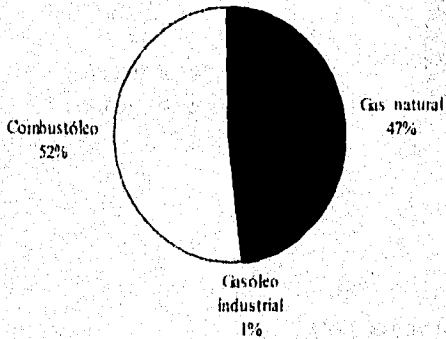


Total 3 625 millones de pies cúbicos diarios



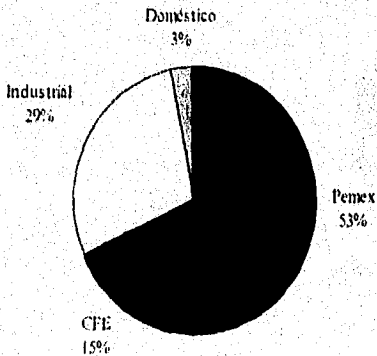
Estructura del consumo de combustibles industriales, 1994.

Combustibles industriales



Total 960 000
barriles diarios

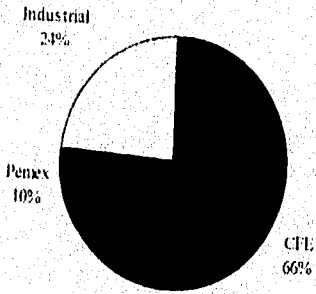
Gas natural



Total 3 060
millones de pies cúbicos
diarios

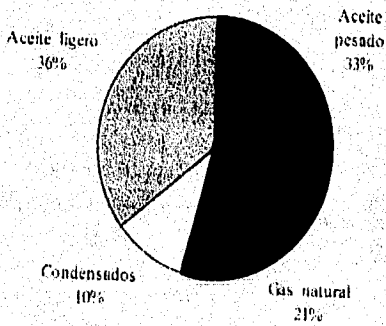


Combustóleo



Total 509 000
barriles diarios

Reservas totales de hidrocarburos, 1994.



Total 63 220
millones de barriles



**Producción y distribución de gas natural
(millones de [ft³ /día])**

	1992	1993	1994
Disponibilidad	3 994	4 060	4 101
Producción	3 584	3 576	3 625
Gas amargo	3 020	3 100	3 123
Gas dulce	563	476	502
De Pemex Gas y Petroquímica Básica	410	484	476
Distribución	3 993	4 037	4 101
Consumo propio	292	336	342
A la atmósfera	108	140	136
CO ₂	18	15	18
Gas	90	124	118
Empaque neto	2	-3	5
Condensación en ductos	285	272	265
A Pemex Refinación	26	23	26
A Pemex Gas y Petroquímica Básica	3281	3 270	3 328
Directo a ductos	128	134	149
A plantas de proceso ¹	3 153	3 136	3 179
Gas húmedo amargo	2 738	2 790	2 840
Gas húmedo dulce	415	345	338
Diferencias estadísticas, errores de medición y mermas	1	23	0

¹ incluye bombeo neumático



Producción y distribución de gas natural
(millones de [ft³ /día])

	1992	1993	1994
Total	3 584	3 576	3 625
Gas asociado	3 025	3 093	3 108
Región Marina	1 174	1 244	1 339
Ciudad del Carmen	563	574	563
Dos Bocas	611	671	776
Región Sur	1 727	1 723	1 641
Cárdenas	392	377	357
Comalecalco	429	438	409
Reforma	822	836	816
Agua Dulce	81	71	58
Ocosingo	3	1	1
Región norte	124	125	128
Poza Rica	69	73	78
Altamira	45	42	43
Veracruz	11	10	7
Reynosa	0	0	0
Gas no asociado	559	483	517
Región Norte	340	316	351
Reynosa	238	215	238
Veracruz	101	101	113
Poza Rica	1	0	0
Región Sur	219	167	166
Ocosingo	188	144	146
Agua Dulce	31	24	20



**Producción de gas natural en campos seleccionados
(millones de [ft³/día])**

	1992	1993	1994
Total	3 584	3 576	3 625
Región Marina	1 174	1 244	1 339
Cantarell	456	455	416
Abkatun	274	263	270
Caan	61	129	233
Pel	166	162	123
Ku	101	89	94
Otros	115	146	203
Región Sur	1 946	1 891	1 807
Muspac	1	189	198
Copano	130	141	161
Lama	156	159	139
Giraldas	132	113	117
Jujo	110	108	94
Sen	72	75	81
Samaria	93	88	77
Tecominoacán	66	65	69
José Colomo	89	68	67
Agave	52	61	62
Cárdenas	76	63	53



Jolote	50	45	46
Iride	41	47	44
Bellota	43	47	41
Jacinto	27	34	40
Chiapas	67	53	31
Caparrasa	34	40	24
Otros	527	495	463
Región Norte	464	441	479
Copite	50	48	50
Reynosa	71	57	48
Merced	4	14	38
Arenque	24	24	26
Culebra	18	17	18
Miralejos	18	17	15
Mecayucán	18	17	15
Pánuco	14	13	13
Otros	246	235	258

* Campo de gas no asociado.



3.3.2. Petróleo.

Antecedentes históricos.

Analizando un poco la orografía de México, se llega a la conclusión de, éste, no puede ser un país dependiente de su agricultura dado que sus tierras son de temporal y con esto es muy difícil que se logre la autosuficiencia alimentaria.

A pesar de que México posee 10 000 [km] de litorales, no cuenta con una flota pesquera adecuada a sus necesidades, siendo otros países los que aprovechan la riqueza de estos litorales.

Dejando atrás la era del carbón, comienza la era del petróleo debido a que son innumerables las cosas que se pueden hacer con él, de tal manera que si se hiciera una lista, no alcanzarían las páginas de este trabajo para terminarla. Con el petróleo se puede realizar una gama amplia de artículos, desde cosméticos hasta armamentos. El poder se obtiene con el petróleo, es así que, actualmente, se juega una gran partida de ajedrez en la cual México es un "peón".

Muchos ideales son manipulados con un mismo fin : el poder. En la actualidad el poder se obtiene con la posesión del petróleo, porque ésta representa el hecho de tener energía para poder producir.

Haciendo un poco de historia, el precursor de la industria petrolera en nuestro país fue el doctor Antrey por el año de 1870; quien inventó un método para la perforación de un pozo en el norte de Veracruz y, posteriormente, refinar el petróleo para así extraer 16 000 litros de queroseno y ser vendidos en el mercado local.



Pero el auge verdadero se obtuvo en la época de Porfirio Díaz, cuando se dio el desarrollo del ferrocarril y, entonces, se requirieron cantidades importantes de este combustible.

Con base en lo anterior, William Doheny realizó investigaciones, las cuales dieron como resultado la iniciación de las perforaciones de pozos y la explotación del petróleo en este país; puesto que no existía ley alguna que se lo impidiera, ya que él era el dueño del suelo y podía explotarlo a su gusto. Algunos años después, Díaz, permitió la entrada a los ingleses, creando con esto revueltas locales, agitaciones políticas y sabotajes; lo cual trajo como consecuencia la Revolución Mexicana, en la que se manejaron intereses económicos importantes por parte de Estados Unidos para no perder dominio sobre el petróleo mexicano.

En el año de 1938 se realiza la expropiación petrolera, y además, según acuerdos firmados en Washington (en 1942) y en Londres (en 1947), se debe pagar la cantidad de 175 millones de dólares por concepto de indemnizaciones, debido a las consecuencias que sufrieron los extranjeros con esta expropiación. En ese tiempo el 50 % del petróleo extraído era propiedad de los Estados Unidos, el 45 % de Inglaterra y el 5 % restante era de México.

Para ilustrar lo anterior, se puede mencionar que la compañía inglesa "El Águila", invirtió 30 millones de pesos, obteniendo en el lapso de 1911 a 1920 ingresos por 170 millones de pesos. En la misma proporción fueron las ganancias de las otras compañías. Es necesario observar qué es lo que pasaba en el mundo para poder entender las decisiones tomadas entonces. Se vivía la Segunda Guerra Mundial.

Origen del petróleo.

Es necesario conocer el origen del petróleo. Existen dos teorías principales al respecto: la orgánica y la inorgánica (como se sabe, el petróleo se forma con dos elementos químicos: hidrógeno y carbono).



La *teoría orgánica* afirma que tanto el hidrógeno como el carbono proceden de los restos de vida vegetal y animal, principalmente de la vida microscópica marina, y de los pantanos.

La *teoría inorgánica* afirma que el hidrógeno y el carbono se unieron en las formaciones rocosas de la tierra bajo una presión y calor grandes.

Existe una tercera teoría, la cual dice que los cometas provenientes del espacio, compuestos principalmente de carbono e hidrógeno, son la causa de que exista el petróleo en la Tierra.

Durante el viaje en el espacio, el hidrógeno y el carbono (gases inflamables) no se quemarían debido a la falta de oxígeno, pero al pasar por una atmósfera que lo contuviera, se encenderían; si se encontraron en cantidades mayores, una parte de ellos se quemaría uniéndose todo el oxígeno disponible en ese momento, y el resto escaparía de la combustión; pero, en una rápida transición, se convertiría en líquido.

Al caer al suelo, esa sustancia, si hubiese sido líquida se hundiría en los poros de la arena y en las grietas entre las rocas; al caer sobre el agua, permanecería flotante, si el fuego se extinguiera antes de que suministros de oxígeno nuevos llegaran de otras regiones.

Prospección en la búsqueda de petróleo.

La primera operación necesaria para descubrir la presencia de una bolsa de petróleo en un lugar determinado, consiste en estudiar el terreno y los distintos estratos geológicos que lo componen y, si se llega a una conclusión satisfactoria, deben efectuarse *sondeos*, análisis de muestras y una serie de observaciones de orden *magnético, gravimétrico y sísmico*. Los *métodos magnéticos*, realizados mediante un aparato colocado a bordo de un avión, que se orienta automáticamente según el vector del campo magnético terrestre, miden la intensidad de éste y registran las distorsiones debidas a las variaciones del magnetismo permanente de las rocas.



Así, se descubren las anomalías que afectan a amplias zonas de la superficie terrestre y se determina el espesor de las capas sedimentarias al no ser éstas magnéticas.

De este modo se delimita la cuenca sedimentaria antes de iniciar los sondeos.

Los *métodos gravimétricos* miden las fluctuaciones del campo de la fuerza de gravedad terrestre y contribuyen a localizar los domos o anticlinales de sal, mineral de densidad inferior a los otros tipos de sedimento, ya que existe una relación entre este cuerpo y los campos petrolíferos.

Los *métodos sísmicos* se basan en la creación, mediante una serie de cargas explosivas, de un campo artificial de ondas que se propagan en función de la elasticidad de las capas, se reflejan o se refractan y son registradas por medio de unos detectores situados en la superficie.

Las informaciones suministradas por este procedimiento son más precisas que las proporcionadas por los mencionados anteriormente, pero, a pesar de su elevado costo, el sondeo y la recolección de muestras continúan siendo todavía las operaciones fundamentales en las que se basa la prospección.

Prospección submarina.

La prospección submarina (la cual es nombrada en inglés *off shore*) aplica las mismas técnicas que el método sísmico, pero plantea problemas específicos, debidos en gran parte a la agitación de la superficie del mar. Se realizó inicialmente en la plataforma continental, es decir, a una profundidad inferior a los 200 metros, y ahora se puede superar ese límite.

Las operaciones se efectúan desde embarcaciones dotadas de sondas y de aparatos radioeléctricos capaces de efectuar localizaciones muy precisas.



Uno de los procedimientos usados consiste en provocar una explosión a poca profundidad y en captar los ecos producidos mediante unos micrófonos, que reciben el nombre de hidrófonos.

Se puede emplear otro método en el que un barco remolca un emisor de sonidos constituido por electrodos, que originan descargas a alta tensión, y por hidrófonos.

También se utiliza a veces un tubo de gas en el que se hace explotar una mezcla compuesta de oxígeno y de propano.

Explotación.

La explotación se inicia al conocerse la presencia de petróleo en un terreno, después de haber evaluado su rentabilidad. Los métodos de prospección anteriormente mencionados nunca dan una certeza absoluta de la existencia del mineral y se requiere, por consiguiente, proceder a la perforación, que demostrará si los análisis previos han sido acertados o no.

Perforación.

Para perforar un terreno petrolífero se recurre a la *sonda*, que se introduce en la roca por medio de una barrena o trépano.

El método más utilizado es el rotatorio (*rotary*), en el cual la perforación se obtiene por la acción del trépano que se encuentra en el extremo de un virallaje constituido por una serie de tubos que, de acuerdo con el avance de la operación, el último de los tubos (llamado de arrastre o cuadrante, por tener sección cuadrada y que está unido a un dispositivo exterior llamado *mesa giratoria*), imprime un movimiento determinado de rotación a la cabeza de inyección.



La torre de perforación o de sondeo, denominada también *derrick*, y que puede ser fija, móvil o flotante (es decir, montada sobre pontones o barcasas), sujeta a todos estos mecanismos.

Para evacuar hacia el exterior los fragmentos de roca arrancados por el trépano se inyecta a presión lodo, el cual, al volver a la superficie, los arrastra consigo y además lubrica y refrigera el trépano, sometido a un calentamiento fuerte.

También, este lodo sirve para consolidar las paredes del pozo al depositar en ellas una costra denominada *cake*. Para tener una seguridad mayor y con objeto de conseguir la perfecta estanqueidad de la instalación, se procede al entubado de la parte superior del pozo y se rellena de cemento el espacio comprendido entre el revestimiento metálico y la pared.

Existen otros métodos de perforación diferentes. El más elemental de todos es el llamado de *percusión*, en el que el trépano, animado de un movimiento alternativo vertical, da golpes repetidos en el fondo del agujero. Los fragmentos se extraen por medio de una pala o cuchara con la ayuda de inyección de agua.

Una de las variantes del método rotatorio consiste en sustituir el lodo por el aire o gas natural comprimido, produciendo así una presión menor en el fondo del pozo, lo que favorece la acción del trépano, al mismo tiempo que impide las obstrucciones o las pérdidas de agua por infiltración. Esta cualidad es muy útil cuando se opera en zonas desérticas. Si, en cambio, el terreno está sobrecargado de agua, se adicionan al aire unos productos adecuados que lo transforman en una especie de espuma.

Se utiliza también la *turboperforación*, en la que, para suprimir el esfuerzo de torsión al que suelen someterse los tubos de varillaje, el movimiento de rotación del trépano lo produce la turbina, accionada mediante la inyección de lodo o por un motor eléctrico. La perforación en el mar se efectúa valiéndose de métodos similares a los descritos antes, pero requiere la construcción de plataformas situadas a distancias más o menos grandes de las costas (como ocurre en Venezuela, México y Argentina, o en el Mar del Norte).



Instalación del pozo petrolero.

Si el sondeo ha dado un resultado positivo y la extracción de los hidrocarburos se estima rentable, se procede a la instalación de una serie de accesorios en el pozo.

La *cabeza* o parte superior del pozo se equipa con un conjunto de tuberías llamado *árbol de navidad* porque consiste en un tubo vertical del que salen otros laterales, dotados de un sistema de cierres y válvulas de distintas dimensiones que permiten regular convenientemente el caudal de extracción. Se colocan también unas canalizaciones y un depósito a presión en el que se separa el gas antes de conducir el crudo a los tanques de almacenamiento.

Técnicas empleadas para facilitar la extracción.

Cuando la presión del yacimiento del yacimiento es suficiente, el petróleo brota al exterior, cuando el caudal es insuficiente, por falta de permeabilidad de la roca, se inyecta en el pozo ácido clorhídrico o se efectúan disparos lateralmente con un cañón especial que se introduce hasta el fondo. De esta manera se mejora el rendimiento. Si la presión es muy baja, se recurre al bombeo.

De todos modos valiéndose de estos procedimientos no puede extraerse más que una parte del petróleo contenido en el yacimiento, y, para continuar la explotación es preciso mantener una presión determinada por medio de una inyección de gas o de agua que hace que el crudo salga expelido. Una de las técnicas usadas recientemente para lograrlo es la intraducción en el fondo del pozo de un explosivo nuclear que rompe las rocas y forma una perforación por la que se filtra el petróleo y el gas.



Transporte.

El transporte del petróleo, al estar los centros de producción muy alejados de las refinerías y de los lugares de consumo, adquiere una gran importancia en el proceso complejo de industrialización y comercialización de este producto.

Los *oleoductos* y *gasoductos*, así como los *barcos petroleros*, son los medios empleados usualmente, aunque en algunos países se utiliza también la transportación del hidrocarburo por ríos y canales.

Los oleoductos (medio de transporte más racional para llevar el petróleo bruto desde los yacimientos hasta las refinerías o puertos de embarque) son tubos de acero, con un diámetro de 50 a 80 [cm], enterrados a poca profundidad y a lo largo de cuyo tendido suele haber estaciones de bombeo destinadas a impulsar el producto.

Tienen una longitud de varios millares de kilómetros y se utilizan también para enlazar las refinerías de los centros de consumo. Pueden ser submarinos, pero en este caso, el tendido resulta más difícil.

Si se quiere hacer circular por ellos productos diferentes, estos deben ir separados por taponés de queroseno para evitar que se mezclen entre sí. Cuando estas tuberías se emplean exclusivamente para el gas natural, reciben el nombre de *gasoductos*.

Los petroleros son buques sistema especialmente concebidos para el transporte de petróleo crudo o de sus derivados.

El tonelaje de estos barcos aumentó considerablemente con el cierre del Canal de Suez de 1967 a 1975. Los que hasta entonces desplazaban cuarenta mil toneladas, considerados ya gigantescos en comparación con los transatlánticos y portaaviones, se convirtieron en superpetroleros de 300 a 500 mil toneladas, y serán, probablemente, mayores aún en el futuro.



Los petroleros actuales tienen una eslora de 300 [m], una manga de 40 [m] y un calado que puede sobrepasar los 20 [m]. Tienen un casco dividido por dos paredes longitudinales y una serie de mamparas transversales, que forman un conjunto de cisternas independientes, y están dotados de un equipo de bombas capaces de descargar más de 5 000 toneladas de petróleo en una hora.

Algunas cisternas están equipadas con serpentines por los que circula vapor de agua, de manera que el asfalto y otros productos muy espesos se mantengan en el estado de fluidez necesario.

Las instalaciones portuarias han tenido que superar ciertas dificultades para adaptarse a esta nueva forma de transporte. No obstante, que intenta concentrar este tráfico en determinados puertos clave continentales, equipados adecuadamente, donde se descargan los crudos que luego se distribuyen a las refinerías.

Existe un tipo particular de buque petrolero, diseñado para los hidrocarburos gaseosos licuados, que recibe el nombre de *metanero*.

Almacenamiento.

El petróleo bruto o los productos refinados que deben almacenarse representan un volumen muy considerable.

Los depósitos cilíndricos de las refinerías llegan a tener un diámetro de 75 [m] y una altura del orden de los 20 [m], con una capacidad de hasta 100 000 [m³].

Recientemente se ha instalado, en los yacimientos del Mar del Norte, un depósito regulador gigantesco, construido con cemento y remolcado hasta el lugar de perforación, que permite adaptar la carga de los buques petroleros a las necesidades presentes.



El petróleo latinoamericano en un contexto internacional.

Latinoamérica es muy atractiva para la inversión internacional. Esto se debe a que existen regiones grandes con recursos sin explotar y con características naturales estables y muy favorables. También es importante que las compañías estatales reconozcan el papel benéfico que el sector privado juega en el desarrollo de las fuentes nacionales de petróleo.

La compañía "Petróleo Británico" (*British Petroleum, BP*), ha trabajado en Latinoamérica desde los inicios de la Primera Guerra Mundial (en Venezuela y Colombia, inicialmente; posteriormente, en Perú y Argentina creando más de 100 pozos entre 1920 y 1930).

En los años setentas, trabajó en Colombia y, en los ochentas, descubrió el campo petrolero de Payamino en Ecuador. A finales de los ochentas se descubrió un gran pozo en Colombia considerado como uno de los más importantes de los 20 años últimos en la región del oeste (el campo Cusiana).

La imagen de Colombia como un país violento ha sido un obstáculo para que los inversionistas hagan negocios en ese país, pero la (*BP*) no hace caso de ese problema puesto que es una falsa visión de Colombia.

Después del descubrimiento del campo de Cusiana, se encontró otro en Cupiagua en donde ya se ha llegado a la fase de desarrollo. La primera fase deja una producción de 150,000 barriles diarios para finales de 1995.

La siguiente fase se calcula que se obtengan más de 600,000 barriles diarios para 1998. Las investigaciones en otros lugares han continuado, como en el área de Pie Monte.

Se ha invertido en investigación desarrollo y exploración más de 500 millones de dólares y se gastarán otros 300 millones de dólares en este año de 1996.



Se ha deseado hacer negocios en Venezuela pero la empresa nacional petrolera de Venezuela no ha requerido ayuda del exterior por lo que, la *BP*, se ha limitado a asistirlos técnicamente.

En este año se está realizando una reestructuración en la empresa venezolana para aumentar la productividad por lo que *BP* está luchando por ganar los contratos de aprovisionamiento tecnológico así como de explotación en Pedernales para asegurar una producción de 20 000 barriles diarios para 1997. Con México también se han tenido relaciones desde los años setentas.

Al pasar los años se ha construido una fundación tecnológica en químicos, comerciando crudo y productos surtiendo a compañías mexicanas importantes y a otras en el mundo.

Debido a los buenos resultados, se ha conseguido trabajar en dos cuencas muy importantes (Tampico y Marbella).

Latinoamérica es importante para el balance mundial de energía. Su demanda en petróleo y gas está creciendo. Consume 50 % más que hace 20 años de gas y petróleo.

El petróleo es vital para su economía ya que dos terceras partes de la energía comercial usada surge del petróleo, una proporción alta, superada solamente por los países de Oriente.

La demanda de gas en Argentina y Venezuela abarca el 40 % de consumo primario en esos países y la demanda de gas en Latinoamérica crecerá un 4 % anualmente. Las reservas en Latinoamérica son de 60 000 millones de barriles de petróleo ligero, y muchos miles de millones pies cúbicos de gas.

Latinoamérica podría producir un millón extra de barriles diarios antes del fin de siglo.

Se pronostica que, para entonces, esta área será la única región exportadora en el mundo además del Medio Oriente.



En *PEMEX* la estrategia, manejada es maximizar la productividad y esto se logrará con la cooperación de las compañías nacionales y la iniciativa privada nacional como internacional, creando actitudes de cambio para superar los retos del futuro como lo son: aumentar la productividad, bajar los costos y la protección del medio ambiente.

Situación actual del petróleo.

En la actualidad, existen siete grandes empresas petroleras, las cuales son grupos privados que envuelven al mundo con sus fines mercantiles y controlan el 80 % del petróleo del mundo, éstas son :

- ✓ Standard Oil of New Jersey
- ✓ Texas Oil Company
- ✓ Standard Oil of California
- ✓ Gulf Oil Corporation
- ✓ Socony Mobil Oil (angloholandés)
- ✓ Royal Dutch - Shell (inglés)
- ✓ British Petroleum

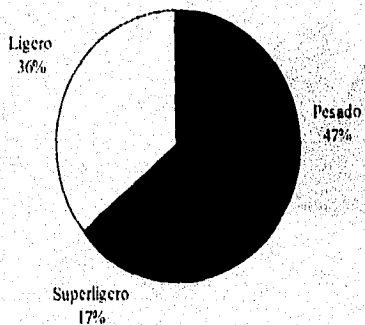
El petróleo es un recurso no renovable, por lo que se debe considerar la forma de explotación de las reservas existentes mundialmente y prever los tipos de energía posibles que puedan reemplazar al petróleo. La humanidad posee reservas petrolíferas para, aproximadamente, 50 años. Es así que, en un futuro no muy lejano, los países que tengan el poder serán aquéllos que tengan una autosuficiencia alimentaria y que sean capaces de satisfacer las necesidades más apremiantes de aquéllos que no lo sean.

Para finalizar, E. U. ha declarado que en caso de darse un conflicto bélico, México pasaría a ser una *zona estratégica*, debido a sus reservas de petróleo. Es así que, los países poseedores de petróleo, deben diseñar el escenario futuro, creando la infraestructura necesaria, con base en una planeación correcta y adecuada.

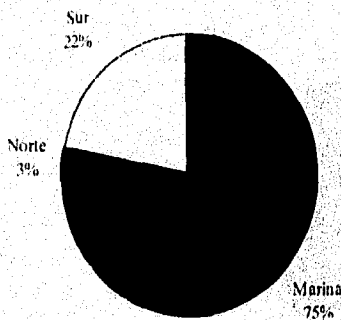


Producción de petróleo crudo, 1994.

Por tipo



Por región

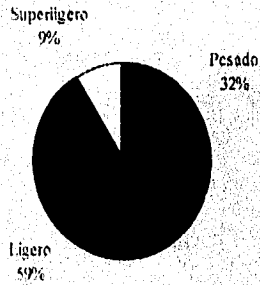


Total 2 685 000 barriles diarios



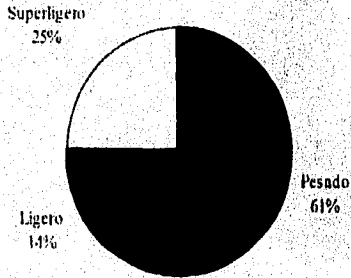
Distribución de petróleo crudo, 1994.

Mercado interno



Total 1 358 000
barriles diarios

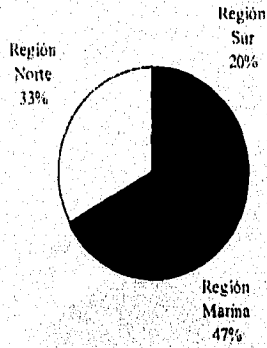
Mercado externo



Total 1 315 000
barriles diarios

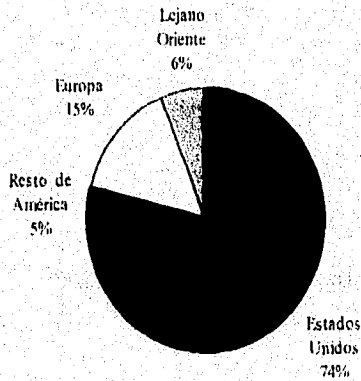


Distribución geográfica de las reservas totales de hidrocarburos, 1994.



Total 63 220 millones de barriles

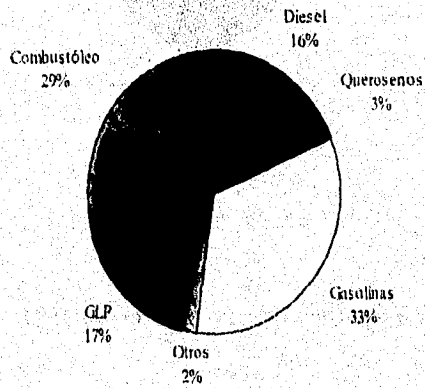
Destino de las exportaciones de petróleo crudo, 1994.



Total 1 307 000 barriles diarios



Estructura de la demanda de productos petrolíferos, 1994.



Total 1 552 000 barriles diarios



Reservas probadas de hidrocarburos al 1 de enero de 1995.

	1993	1994	1995
Hidrocarburos totales (mmbpcc)	65 050	64 516	63 220
Región Marina	30 805	30 328	29 409
Región Norte	21 278	21 242	21 163
Región Sur	12 967	12 946	12 648
Accite (mmb)	44 439	44 043	43 127
Región Marina	25 571	25 093	24 318
Región Norte	12 248	12 243	12 241
Región Sur	6 620	6 707	6 568
Condensados * (mmb)	6 786	6 733	6 648
Región Marina	2 964	2 952	2 869
Región Norte	1 770	1 761	1 733
Región Sur	2 052	2 020	2 046
Gas seco (mmmpe)	70 046	69 675	68 413
Región Marina	11 503	11 645	11 332
Región Norte	36 578	36 472	36 260
Región Sur	21 965	21 558	20 821

* Incluye líquidos del gas



**Producción de petróleo crudo por región y tipo
(miles de barriles diarios).**

	1992	1993	1994
Total	2 668	2 673	2 685
Crudo pesado	1 346	1 317	1 269
Crudo ligero	892	934	960
Crudo superligero	430	423	456
Región Marina	1 914	1 950	2 002
Crudo pesado	1 296	1 265	1 215
Crudo ligero	619	685	787
Región Sur	654	625	506
Crudo pesado	1	1	1
Crudo ligero	231	201	128
Crudo superligero	422	423	456
Región Norte	99	98	98
Crudo pesado	49	50	53
Crudo ligero	49	48	45
Crudo superligero	0	0	0



**Producción de petróleo crudo en campos seleccionados
(miles de barriles diarios).**

	1992	1993	1994
Total	2 668	2 673	2 685
Región Marina	1 914	1 950	2 002
Cantarell	1 070	1 045	961
Abkatún	313	300	308
Ku	214	197	183
Caan	35	74	134
Pol	169	165	125
Chuc	82	86	100
Chac	0	0	59
Turatunich	7	13	41
Ek	0	19	23
Bacab	11	18	7
Batab	11	9	4
Otros	1	23	58
Región Sur	654	625	586
Jujo	85	78	75
Samaria	65	61	57
Tecominoacán	53	49	48
Cárdenas	42	38	34
Sen	24	29	34
Iride	31	30	26
Jolote	29	26	25
Luna	32	36	24
Bellota	27	26	23



Jacinto	8	10	14
Muspac	14	13	11
Caparroso	11	16	11
Mora	14	12	11
Sitio Grande	17	13	10
Cunduacán	16	11	10
Otros	185	176	171
Región Norte	99	98	98
Poza Rica	8	8	8
Tamaulipas	8	8	8
San Andrés	7	7	7
Constituciones	7	7	7
Agua Fria	6	7	5
Otros	63	61	61



**Valor de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico
(millones de dólares).**

	1992	1993	1994
Total	7 448	6 441	6 624
América	5 120	4 857	5 230
Estados Unidos	4 450	4 362	4 853
Otros	670	495	377
Europa	1 749	1 150	938
Lejano Oriente	579	434	456
Olmeca	1 126	1 352	1 949
América	1 126	1 352	1 949
Estados Unidos	1 116	1 318	1 813
Otros	11	33	135
Istmo	1 892	1 514	1 004
América	1 095	911	496
Estados Unidos	706	595	335
Otros	389	316	162
Europa	338	239	101
Lejano Oriente	459	363	407



Maya	4 430	3 576	3672
América	2 899	2 594	2785
Estados Unidos	2 629	2 448	2705
Otros	270	146	80
Europa	1411	912	837
Lejano Oriente	120	70	49



**Volumen de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico
(miles de barriles diarios).**

	1922	199	1994
Total	1 368	1 337	1 307
América	914	971	1 030
Estados Unidos	798	879	961
Otros	116	91	70
Europa	361	286	196
Lejano Oriente	92	80	81
Olmecca	158	218	328
América	158	218	328
Estados Unidos	156	213	306
Otros	2	5	22
Istmo	287	262	179
América	157	157	91
Estados Unidos	108	103	61
Otros	59	54	29
Europa	53	42	18
Lejano Oriente	68	63	71



Maya	923	856	800
América	590	595	612
Estados Unidos	534	563	594
Otros	56	32	18
Europa	309	244	178
Lejano Oriente	24	17	11



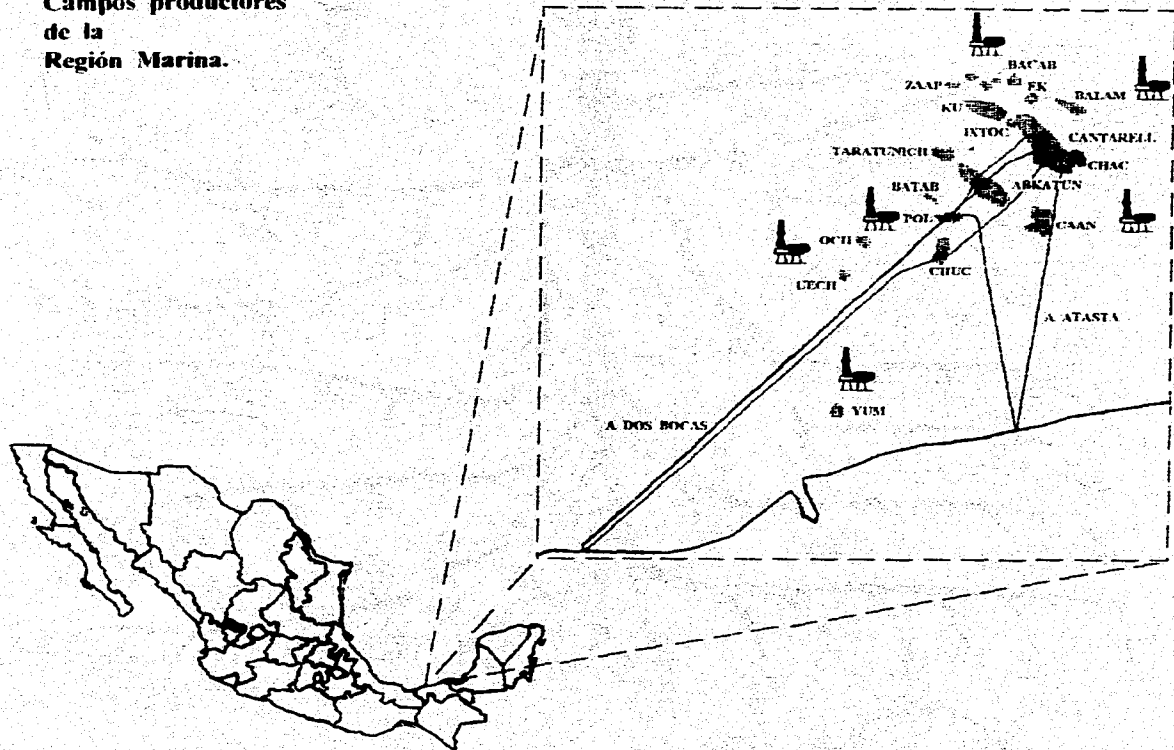
**Precio de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico
(dólares por barril).**

	1992	1993	1994
Total	14.88	13.20	13.88
América	15.30	13.71	13.91
Estados Unidos	15.24	13.59	13.84
Otros	15.74	14.89	14.83
Europa	13.22	11.01	13.12
Lejano Oriente	17.17	14.77	15.40
Olmeca	19.54	16.95	16.27
América	19.54	16.95	16.27
Estados Unidos	19.54	16.93	16.26
Otros	19.41	17.94	16.51
Istmo	18.01	15.81	15.33
América	17.95	15.92	14.97
Estados Unidos	17.89	15.88	14.94
Otros	18.07	16.01	15.03
Europa	17.55	15.43	15.30
Lejano Oriente	18.52	15.80	15.81

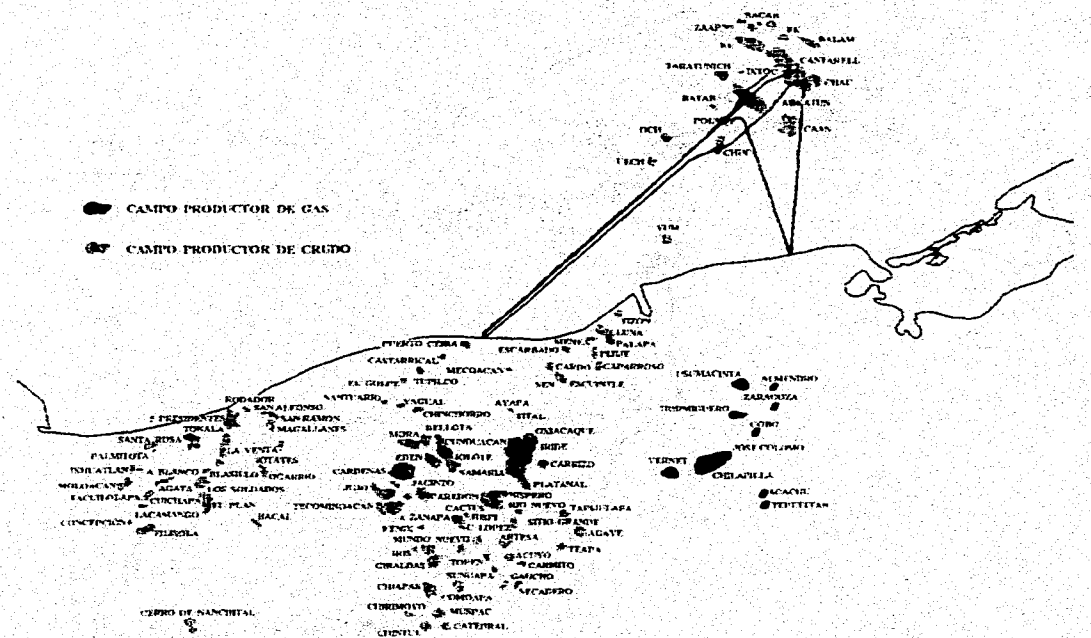


Maya	13.11	11.44	12.57
América	13.42	11.94	12.48
Estados Unidos	13.45	11.91	12.48
Otros	13.20	12.50	12.36
Europa	12.48	10.24	12.90
Lejano Oriente	13.41	11.04	12.68

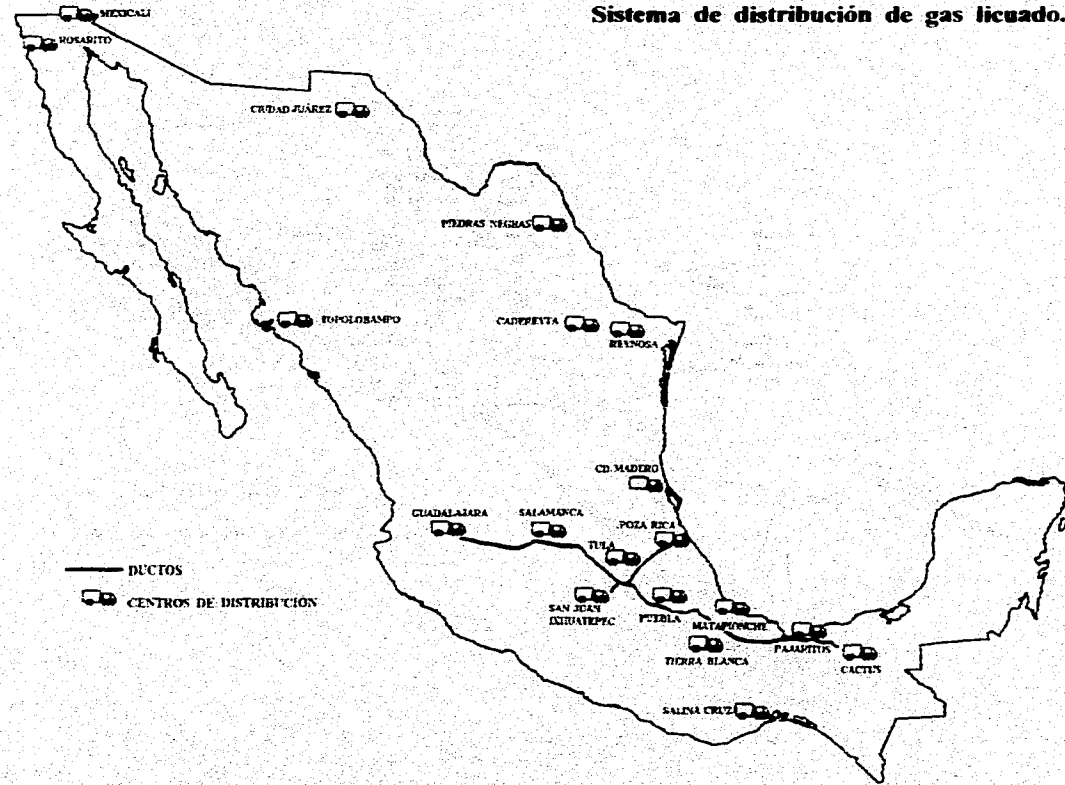
Campos productores de la Región Marina.



Campos productores de la Regiones Sur y Marina.



Sistema de distribución de gas licuado.

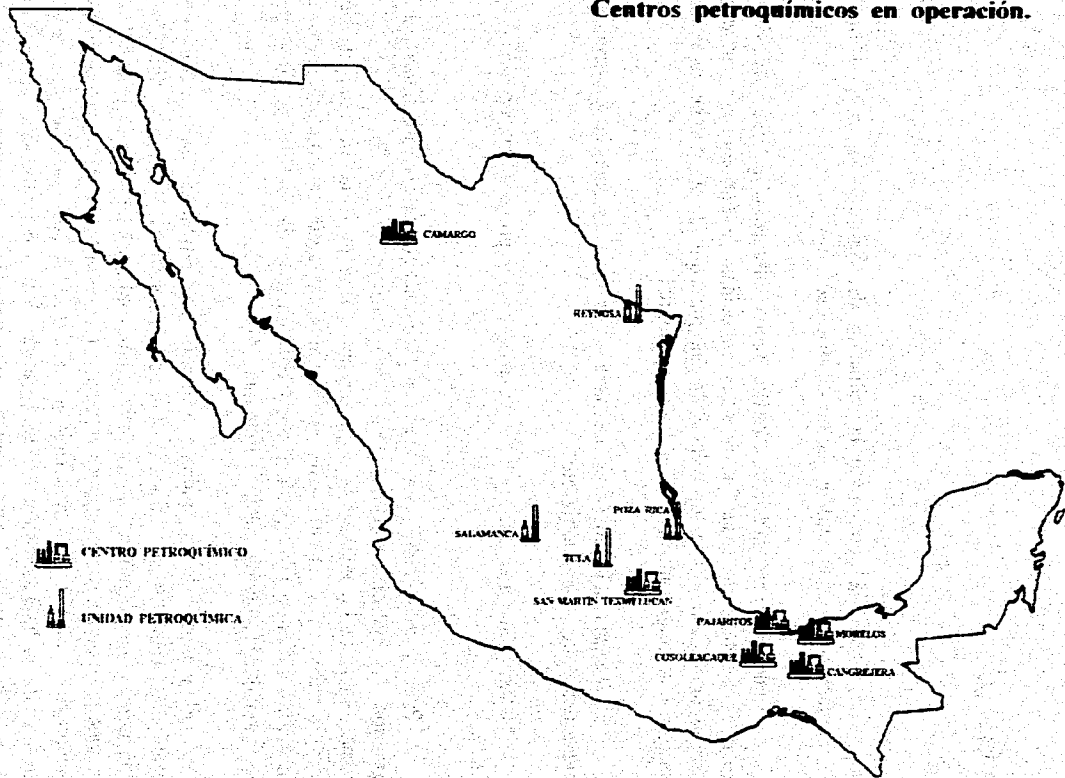


Ingeniería avanzada en el mundo.

Ingeniería de proyectos.



Centros petroquímicos en operación.





3.3.3. Sol.

La tecnología permitirá a la radiación del Sol proveer combustibles no contaminantes y baratos, así como electricidad.

Anualmente la superficie terrestre recibe alrededor de diez veces la energía contenida en todas las reservas conocidas de petróleo, gas natural, carbón, uranio, etc.; de la luz solar. Esta energía equivale a 15 000 veces la energía consumida anualmente en todo el mundo.

La energía que provee el Sol puede sustituir a la energía geotérmica, hidráulica, eólica, maremotriz, etc.

Cabe mencionar que en 1861 se patentó por primera vez, en Francia, un motor solar.

Para el año de 2025 los incrementos en las demandas mundiales para gasolina y energía eléctrica están proyectados en 30 % y 265 %, respectivamente. La energía solar puede proveer el 60 % de la demanda de energía eléctrica y el 40 % de la demanda de gasolina citadas antes. A mediados del siglo próximo, la energía eólica puede dar del 10 al 20 % de la demanda de energía eléctrica mundial.

El combustible de hidrógeno puede ser producido por medio de celdas electroquímicas o procesos biológicos (enzimas o microorganismos) conducidos por medio de la luz solar. Combustibles, tales como el etanol y el metanol, pueden ser generados a través de biomasa o por medio de otras tecnologías solares. Aproximadamente el 0.25 % de la energía solar alcanzando la baja atmósfera es transformada dentro del aire, lo cual es una parte muy pequeña del total pero es, sin embargo, una fuente de energía significativa.



En California y Dinamarca más de 17 000 turbinas de viento han sido integradas completamente dentro de la red de servicio. El viento supe, actualmente, alrededor del 1 % de la electricidad de California.

A través de los 20 años próximos, deberán estar disponibles materiales mejores para producir las láminas utilizadas en la fabricación de aviones y partes de aparatos electrónicos.

Los colectores solares convierten entre el 10 y el 30 % de la luz solar en energía eléctrica.

La conversión directa de la luz solar en energía eléctrica fue observada, por primera vez, por el francés Edmond Becquerel en 1839. Cuando los fotones resplandecen en un dispositivo fotovoltaico, comúnmente hecho de silicio, provocan la expulsión de electrones de su posición estable, permitiéndoles fluir libremente a través del material. Un voltaje puede ser generado usando una unión semiconductor.

Un método de producción de cristales de silicio puro para celdas fotovoltaicas con eficiencias y voltajes altos fue desarrollado en la década de 1940.

La primera vez que este tipo de celdas fue utilizado fue en 1958, por el programa espacial de Estados Unidos, para operar el satélite *U. S. Vanguard 1*, con menos de 1 [W] de energía eléctrica.

Los sistemas de concentración de luz solar deben rastrear el sol y no usar la luz difusa causada por la nubosidad tan eficientemente como los sistemas de placas planas. Estos deberán, sin embargo, capturar más luz en la mañana y en la tarde del día.

La electricidad fotovoltaica producida a través de uno u otro dispositivo deberían costar menos de 10 centavos de dólar por [kW / h], llegando a ser competitivos con la generación convencional de electricidad en los inicios del siglo próximo.

La luz solar puede ser usada para producir combustible de hidrógeno.

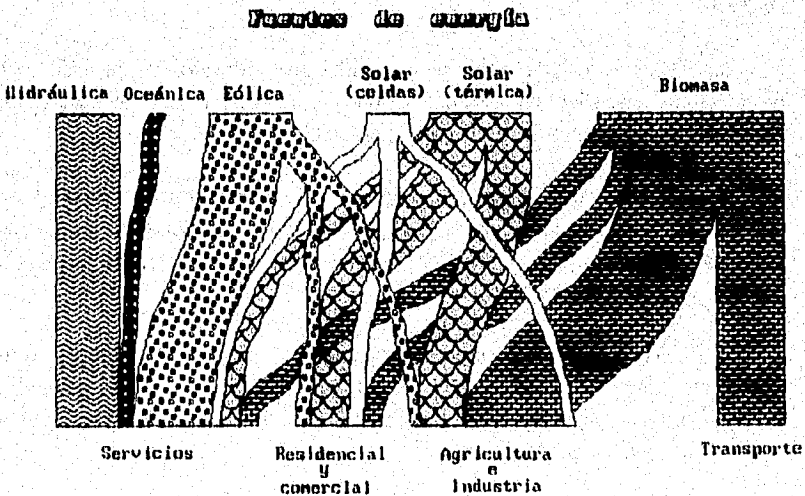


La luz que incide en un electrodo puede producir una corriente eléctrica, la cual, al pasar por agua, la divide en hidrógeno y oxígeno (este proceso es llamado *electrólisis*). El término *fotobiología* es utilizado para describir toda una clase de sistemas biológicos que producen hidrógeno.

La investigación a largo plazo puede llevar a fotocatalizadores que permitan a la luz solar descomponer el agua en los elementos citados.

Cuando el hidrógeno resultante es quemado, como combustible, o usado para producir electricidad en una celda de combustible, el producto único de la combustión es agua. Residentes de las islas Aleutianas han desarrollado planes para generar energía eléctrica a través de turbinas de viento, convirtiéndola en reservas de hidrógeno.

Un cambio radical en la economía energética requerirá alteraciones en la infraestructura. Actualmente, las naciones desarrolladas consumen, por lo menos, diez veces la energía utilizada por persona en los países en desarrollo. La distribución de la energía solar proyectada para el año 2000, muestra el papel que jugarán los diversos recursos energéticos.





Quienes auguran para las generaciones venideras un futuro de regresión a la Edad Media, están confundiendo los términos energía y productos energéticos.

Es preciso recalcar que no existe crisis de energía, sino escasez de productos energéticos. Mientras las reservas de combustibles están llegando a su fin, la energía es una fuente inagotable, en cuanto que toda ella procede del Sol. En realidad, el petróleo no es más que una pila solar cargada durante millones de años.

Llegará el día en que no quede nada del uranio de las centrales nucleares. Se agotará el carbón que se transforma en calor y en corriente eléctrica. Y se acabará el petróleo del cual se destilan la gasolina y sus derivados, como el queroseno de los aviones de reacción, el gasoil de los camiones y tractores, el combustible ligero de uso doméstico y el pesado que mueve las fábricas.

Poco importa que los expertos predigan la fecha de agotamiento de las reservas petrolíferas para dentro de unos cincuenta años. El ahorro energético sólo sirve para alargar el problema y para dejar a las generaciones futuras una incógnita sin resolver. Y esto puede resultar peligroso, ya que la economía depende del petróleo y el mundo occidental sólo será capaz de encontrar energías alternativas mientras la producción no se paralice y haya posibilidad financiera de trabajar en las investigaciones y de explotarlas posteriormente. Condiciones que, conforme pasan los años, resulta más difícil reunir.

El Sol es una de las innumerables estrellas que hay en nuestra galaxia, la más cercana y, sin duda, también la más importante, ya que sin ella no existiríamos, ni existiría ninguna forma de vida sobre la Tierra.

Cada segundo el Sol irradia en todas las direcciones del espacio una energía de 4×10^{26} [J], es decir, genera una potencia de 1.1×10^{20} [kW/h]. Para hacernos una idea de la enorme magnitud que representan estas cifras, basta considerar que la potencia generada por todas las plantas industriales del mundo trabajando juntas sería unos trescientos billones de veces más pequeña.



Sin embargo, no toda la radiación interceptada por nuestro planeta llega hasta su superficie, debido a que la capa atmosférica supone un obstáculo al paso libre de la radiación mediante diversos efectos, entre los que cabe destacar la reflexión en la parte superior de las nubes y la absorción parcial por las diferentes moléculas del aire atmosféricos.

Este fenómeno último hace que la intensidad que llega a la superficie, aún en días despejados y con una atmósfera muy limpia, sea como máximo de unos $100 \text{ [W/m}^2\text{]}$.

Conversión de energía solar.

El flujo de radiación solar que llega a la Tierra es la fuente primaria principal (y casi la única) de todas las formas de energía conocidas, incluidas las asociadas a los procesos vitales.

Casi el 30 % de la radiación que llega a nuestro planeta es devuelta al espacio por reflexión.

Un 47 % se convierte en calor, al ser absorbida por la atmósfera, el suelo y los mares.

Un 23 % se invierte en la evaporación del agua de los océanos, lagos y ríos, así como en el ciclo hidrológico completo.

El 0.2 % es responsable de los movimientos de circulación atmosférica y oceánica.

Solamente el 0.02% de la energía radiante incidente se utiliza en la producción de materia viviente, al ser capturada por las hojas verdes de las plantas. En los últimos cientos de millones de años se ha ido acumulando bajo las capas de materiales térreos materia orgánica con energía conservada, sufriendo procesos químicos lentos y dando origen a los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural).



El hombre ha logrado extraer de ellos la energía almacenada que, millones de años atrás, había sido absorbida del Sol.

Hay que considerar, sin embargo, que este "capital energético" acumulado día a día durante varios millones de años, no va a durar mucho si se sigue consumiendo al ritmo creciente de los años recientes, consecuencia de las necesidades, cada vez mayores, de una sociedad altamente industrializada.

Por supuesto, el proceso de acumulación continúa pero con una velocidad mucho más lenta que la de extracción, de tal suerte que pronto se habrá agotado esta fuente de energía, la cual se debe considerar, más bien, como una herencia del pasado remoto que como un logro del presente.

La forma de nuestro planeta determina grandes diferencias de temperatura en las distintas latitudes. Esto es debido al desigual ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie, lo que implica una intensidad de radiación también diferente. En condiciones favorables, de cielo claro y atmósfera limpia, en las horas centrales del día puede recibirse aproximadamente $1 \text{ [W/m}^2\text{]}$, en una superficie horizontal.

Conversión útil de la energía solar.

El objetivo es aprovechar al máximo los efectos físicos de la radiación, adecuando los dispositivos de captación de la misma a fin de obtener la energía en la forma que se precise para cada necesidad.

Se dirá que la conversión es directa cuando ésta se realiza en una sola etapa, es decir, cuando se pasa en un solo proceso de la energía de radiación electromagnética que transporta la luz solar a la forma final de energía utilizable, e indirecta cuando la forma final de energía proviene de la energía solar a través de dos o más procesos intermedios. Por conversión directa la energía solar es capaz de transformarse en energía térmica o en energía eléctrica, procesos que tienen una importancia tecnológica grande.



Indirectamente, la energía solar puede producir energía útil a través de procesos intermedios, como el viento, cuya energía, llamada eólica, se puede utilizar para diversos fines. También podrían citarse varios procesos termoeléctricos y termodinámicos. En estos últimos, la energía solar se convierte en energía térmica y ésta a su vez en cinética, normalmente de rotación, para producir, finalmente, energía eléctrica.

Hay energía solar en las nubes, están formadas por vapor de agua que, una vez calentado por el Sol, ha ascendido; al llover, las gotas que van cayendo originan energía de movimiento. Las centrales eléctricas entran en funcionamiento con la recogida del agua de lluvia en los embalses; el agua se dirige al valle a una velocidad acelerada que es frenada por las turbinas. La energía solar calienta también las masas de aire, que se convierten entonces en una fuerza aerodinámica al pasar de la brisa suave al ciclón tropical.

La energía solar, como ya se ha dicho, es el génesis de la biomasa total de nuestro planeta; a ellas deben la vida tanto las plantas microscópicas como los árboles grandes.

Todas estas formas de energía solar pueden ser, en principio, aprovechadas por el hombre.

De la misma manera que se utilizan las centrales hidroeléctricas (o los molinos de viento de antaño) para conseguir calor o corriente, existen posibilidades infinitas de aplicación todavía sin poner en práctica.

De la biomasa, por ejemplo, también se obtiene combustible para los automóviles, tal y como lo confirman los surtidores de combustible instalados en Brasil, donde los depósitos de los coches se llenan con el alcohol extraído de las plantas.

Pero con las radiaciones del Sol no sólo se puede obtener el calor para las viviendas que proporcionan los ya conocidos colectores solares, sino que además, haciendo coincidir la energía de la radiación en un sólo punto por medio de espejos gigantes, se ponen en funcionamiento turbinas poderosas. Esta es la tarea de las centrales solares.



Los rayos del Sol, no se transforman directamente en electricidad, pero de ellos también llega a obtenerse energía eléctrica. E incluso, esta energía puede convertirse en un combustible capaz de mover máquinas. En el Sol está el futuro de la humanidad.

México, millonario en horas de Sol, tal vez se convierta en uno de los países productores y exportadores de energía.

Los sistemas y dispositivos solares principales pueden clasificarse no sólo como fototérmicos y fotovoltaicos, sino también conforme a su temperatura de operación. En los fototérmicos, la temperatura puede ser baja, intermedia o alta.

También pueden clasificarse de acuerdo con su uso en viviendas, industrias, en el campo o en la ciudad, para satisfacer la demanda de energía del país o en comunidades rurales (sistemas de generación de energía centralizados o descentralizados).

Colectores planos y tubulares.

Existen tres formas de transmitir el calor : por radiación, por convección y por conducción.

En los sistemas solares fototérmicos se deben aprovechar al máximo estas formas de transmisión de calor, o visto de otra manera, tienen que evitarse las pérdidas de calor por estas tres formas de transmisión.

Entre los sistemas que convierten la energía solar en calor aprovechable se encuentran los colectores planos y tubulares, que se utilizan principalmente para el calentamiento de agua o aire.

El principio general de funcionamiento de un colector es el llamado *efecto invernadero*; aquí hay que recalcar que la atmósfera terrestre opera como un gran invernadero.



Cuando la luz pasa a través de una o varias capas de vidrio u otro material transparente se transmite la radiación que tiene una longitud de onda corta.

Si en el interior de un sistema con un vidrio perfectamente aislado del exterior se coloca un material pintado de negro (el color que absorbe mayor cantidad de radiación) para que absorba al máximo la radiación, el material absorberá la radiación solar, se calentará y se elevará la temperatura; posteriormente, ese material emitirá a su vez radiación de longitud de onda larga, como los rayos infrarrojos lejanos a la parte visible del espectro.

La radiación emitida dependerá de la temperatura que posea el material.

Pero como la radiación es ahora de longitud de onda larga no podrá atravesar la capa de vidrio, quedará atrapada en el interior y, en consecuencia, provocará que la parte interna del colector esté a una temperatura más elevada que el exterior, tal como sucede al entrar a un invernadero.

Si en el interior de una caja, con cada uno de sus lados de vidrio, se coloca una serie de tubos que conduzcan adecuadamente el calor y por los que circule agua, se obtendrá agua calentada por el Sol.

La combinación del efecto invernadero, la absorción de radiación de los objetos negros y el aislamiento para evitar las pérdidas de calor constituyen los principios físicos fundamentales para comprender el funcionamiento de un colector plano o tubular. Existen tres tipos de colectores: planos, tubulares y de concentración.

Los colectores planos funcionan a bajas temperaturas entre 30 y 60 [°C], y se utilizan principalmente para calentar o enfriar agua y aire en las casas, pero también para secar granos, obtener agua potable, en albercas, lavanderías, baños públicos, embotelladoras, refrigeración, etc. Los colectores planos tienen una eficiencia del 40 al 65 % y, hasta ahora son los dispositivos solares más desarrollados y utilizados en el mundo.



Sin embargo, para obtener temperaturas más altas, entre los 60 y 165 [°C], se utilizan los colectores tubulares, consistentes en dos o tres tubos, dos interiores (de metal) y uno exterior (de vidrio), generalmente concéntricos.

Entre el tubo de vidrio y el tubo metálico externo, que debe ser negro se hace el vacío, ya que la forma tubular permite que los tubos soporten grandes presiones, así como captar la cantidad mayor de radiación solar.

Debe señalarse que se hace el vacío para reducir las pérdidas de calor por conducción y convección, con lo cual se consiguen temperaturas más elevadas.

El resultado final es que en los colectores tubulares la pérdida de calor por convección y conducción se reduce considerablemente, la temperatura de operación aumenta y su eficacia real oscila entre el 50 y el 70 %.

Los colectores planos y tubulares tienen la ventaja de que funcionan tanto con radiación difusa como directa. Los colectores de concentración, por su parte, reúnen la radiación solar en un punto o una línea y permiten alcanzar temperaturas altas; pueden estar fijos o seguir el movimiento del Sol.

El calentador solar.

Tal vez la aplicación más sencilla y económica que tienen los colectores planos sea el calentador solar con tanque de almacenamiento. Los colectores planos deben orientarse hacia el sur en el Hemisferio Norte (como es el caso de México). A partir de cálculos complejos de la radiación máxima que recibe una superficie inclinada, en los que intervienen consideraciones teóricas y empíricas, la máxima captación de un colector plano se logra cuando el ángulo de inclinación es aproximadamente igual a la latitud geográfica del lugar.



Esto permite lograr una incidencia máxima en todas las épocas del año. En el caso de la ciudad de México, un colector debe tener una inclinación de 19° .

Una segunda aproximación demuestra que, en verano, la inclinación del colector debe ser igual a la latitud del lugar menos 10° y, en invierno, la latitud del lugar más 10° . Para la ciudad de México, esto equivale a 9° en verano y 29° en invierno.

Para construir un colector plano puede usarse una caja de aluminio anodizado. La caja del colector debe tener una superficie aproximada de $1.5 \text{ [m}^2\text{]}$ y 10 [cm] de espesor.

La tapa superior del colector, por donde llegan los rayos solares, puede ser de vidrio o de fibra de vidrio y tener una segunda capa de vidrio, colocada aproximadamente a 7.5 [cm] de la base. La caja debe estar sellada perfectamente para evitar pérdidas de calor y el deterioro de los materiales, y tener dos salidas de agua.

En el interior lleva una lámina con tubos soldados pintados de negro (por ejemplo, cromo negro electrodepositado sobre un recubrimiento de níquel) para que absorba y transmita la cantidad mayor de radiación.

Los tubos pueden ser de cobre y deben estar repartidos uniformemente, en forma de peine, para que circule el agua por toda el área del colector.

La capa siguiente debe ser aislante (espuma de poliuretano rígida, por ejemplo) para impedir que el calor fluya hacia la parte posterior del colector.

Hasta ahora se ha descrito una parte del calentador, la otra es el sistema de almacenamiento. Como el Sol es una fuente de energía intermitente, se requiere un tanque para que el calentador solar proporcione un servicio continuo. La ventaja de los colectores planos es que funcionan con la radiación difusa, esto es, incluso cuando el cielo está nublado, aunque obviamente la potencia disminuye.



Como sistema de almacenamiento de un calentador sencillo puede utilizarse un tanque cilíndrico de acero con una capacidad aproximada de 200 litros. El tanque debe colocarse arriba del colector (con 1 [m], de altura para fines prácticos); debe tener dos salidas y dos entradas de agua, para que dos de ellas vayan al colector y el flujo de agua viaje continuamente debido al efecto de termosifón.

El tanque tiene dos tubos en la parte superior; por uno entra el agua fría, que va hasta el fondo del mismo, y por el otro sale el agua caliente. Como el agua fría es más densa que la caliente, al llegar a la parte inferior del colector, y que es donde se calienta, tenderá a subir para salir y almacenarse en el tanque.

Este ciclo se realiza sin necesidad de bombear agua debido al efecto termosifón antes mencionado. La diferencia de densidad entre las capas de agua crea una fuerza que induce una corriente, la cual hace que el agua circule continuamente.

Con un colector solar de este tipo pueden calentarse 200 litros de agua a una temperatura de 30 a 60 [°C], incorporado a una vivienda puede resolver el abastecimiento de agua caliente y su costo, para cuatro personas.

Existen otros tipos de colectores planos que tienen otros diseños y sistemas de almacenamiento, en algunos casos más eficientes, pero más costosos y complejos.

El Sol en un punto o en una línea.

Cuando se desea calentar a temperaturas elevadas un líquido, sólido o gas se emplean los llamados colectores de concentración, que aprovechan la radiación solar directa. Para lograr un aprovechamiento máximo, estos colectores deben tener un mecanismo que les permita seguir el movimiento del Sol a lo largo del día, con el objeto de que sea mayor la intensidad de la radiación.



Esto se puede lograr manualmente o con un motor pequeño unido al colector. Este tipo de colectores se denomina "de seguimiento".

Existen también los colectores estáticos que, aunque poseen una forma geométrica más adecuada para que permanezcan inmóviles, son menos eficientes.

Los rayos solares se concentran en un punto a lo largo de una línea, dependiendo de la forma que contenga el colector. Si se utiliza una lupa para concentrar la luz del Sol, se observa fácilmente que a cierta distancia, llamada distancia focal, los rayos solares se concentran en un punto denominado "foco de la lente".

Si en lugar de esa lupa, se usa un espejo cóncavo cuya forma sea un paraboloide de revolución, también se logra la concentración de los rayos solares en un punto, con la gran ventaja de que es mucho más económico hacer un espejo cóncavo que una lente.

Comúnmente se utilizan acrílicos aluminizados por electrodepositado. Estos colectores tienen una eficiencia del 40 al 60 % y, cuando son de dimensiones pequeñas, alcanzan temperaturas de 100 a 300 [°C].

Para concentrar los rayos solares en una línea pueden emplearse varias configuraciones de espejos. La más común es un cilindro parabólico y el casquete de esfera.

Los colectores de concentración tienen diversas aplicaciones, entre las que se encuentran las estufas o cocinas solares. Basta colocar el sartén en el foco del espejo concentrador para preparar cualquier platillo y calcular que la curvatura del colector sea la adecuada para que el punto donde se concentran los rayos solares no esté alejado del colector.

Aquí debe aclararse que como el Sol no es un punto, en realidad se trata de una zona alrededor del foco del espejo, en la cual la temperatura es máxima. Los colectores de concentración pueden emplearse como hornos solares, para fundir cualquier material o adaptarse a un motor Stirling para el bombeo de agua o en la ventilación.



En regiones con radiación intensa pueden emplearse a escala mediana para la generación de energía eléctrica en plantas de potencia de 1 a 100 [MW].

La cantidad de energía captada en el colector depende del tamaño de la superficie expuesta a los rayos del Sol, mientras mayor sea la superficie de captación la temperatura focal será más alta.

Los heliostatos se utilizan para aprovechar una gran extensión. Estos consisten en un espejo cóncavo, formado por muchos espejos planos, en cuyo centro hay una torre central, en la cual se concentra la energía solar.

Dichos colectores pueden estar fijos o puede ser que cada uno de los espejos que constituyen el heliostato tenga un motor programado para seguir el movimiento aparente del Sol.

Estanques solares.

El aprovechamiento del calor solar a través de estanques con agua salada se originó en 1901 cuando A. V. Kalecsinsky se percató de que en el lago de Medve, en Hungría, la temperatura que alcanzaba el agua en verano a una profundidad de 1.32 [m] era de 72 [°C]; más que suficiente para un baño delicioso con agua caliente.

El mismo fenómeno ocurre en diferentes lagos del mundo.

En México existen varios estanques solares naturales, entre los que se encuentran los de Guerrero Negro y Texcoco.

En 1954, en Israel se empezó a experimentar con estanques solares artificiales para aprovechar el calor solar almacenado en el fondo y la experiencia israelí culminó en el año de 1979 con la construcción de la primera planta termoeléctrica que utiliza un estanque solar y tiene una potencia de 150 [kW].



Los *estanques solares* son depósitos de agua con sal, en los cuales la concentración de esta última aumenta con la profundidad.

Este fenómeno se presenta en forma natural, debido a que la sal del agua, por ser más densa, tiende a irse al fondo del estanque.

Si se tienen tres capas de agua con diferentes concentraciones de sal, ocurre que los rayos se calientan en la capa superficial, pero como ésta se encuentra en contacto con el ambiente, su temperatura dependerá de la temperatura del ambiente en las épocas distintas del año; en la segunda capa, que tiene una concentración mayor de sal, la temperatura aumentará gradualmente, y en la tercera y más profunda, donde la concentración de sal es más alta, la temperatura será igual a la temperatura máxima de la segunda capa, con la diferencia de que será muy superior a la temperatura ambiente y permanecerá más o menos constante.

Las sales tienen la propiedad de almacenar el calor. Por esta razón, la capa más profunda del estanque tiene una temperatura mayor. En consecuencia, aparentemente, la densidad tendría que ser menor.

Si se calienta agua común habrá evaporación, convección y radiación y al cabo de un tiempo el agua cederá su calor al medio.

En un estanque solar, la primera capa tiene sal en una concentración constante; en la segunda, la concentración de sales aumenta gradualmente, es decir, se tiene un gradiente de sales, y al cambiar la temperatura también se presenta un gradiente de temperatura, cuyo valor máximo ocurre en la tercera capa.

En esta última, el gradiente de sales ocasiona que la densidad sea mayor que en la segunda y con ello se evita la convección de calor, lo cual ocasionaría que el agua se enfriara rápidamente. Por eso, la única pérdida de calor entre las capas es por conducción de calor y como ésta es lenta, la temperatura de la capa profunda es elevada.

Así, en el lago de Medve se llegan a alcanzar, en forma natural, temperaturas de $72 [^{\circ}\text{C}]$.



Otro tipo de estanque solar que sí permite la conducción del calor convección en todas las capas de agua u otro líquido se puede construir empleando un material que sea, a la vez, transparente y aislante para que no haya transferencia de calor a la superficie que está en contacto con el ambiente.

Este sistema se utiliza en las albercas, para mantener el agua templada. Con frecuencia se emplea un plástico grueso con burbujas de aire que cubre completamente la superficie de la alberca.

Celdas solares.

La energía solar, al incidir sobre cualquier objeto, pasa de inmediato a la forma de energía térmica. Es un hecho conocido que la radiación solar calienta los cuerpos sobre los que incide.

La cantidad de energía cedida por la radiación depende, además de la intensidad incidente, de la capacidad de absorción del cuerpo en cuestión. Así, un cuerpo con una superficie altamente reflectante devolverá la mayor parte de la radiación que reciba y, por tanto, no se calentará demasiado al exponerlo al Sol.

Por el contrario, los cuerpos poco reflectantes aprovecharán casi toda la energía radiante que les llegue, convirtiéndola en térmica y calentándose apreciablemente.

Los cuerpos oscuros o negros presentan dicho aspecto porque su superficie tiene una composición adecuada para absorber casi todas las longitudes de onda del espectro de luz visible. Precisamente, el ojo humano, los ve oscuros porque es muy escasa la luz reflejada que puede llegar a la retina.

Los cuerpos blancos reflejan la luz en todas o casi todas las regiones del espectro visible.



El captador de energía solar más simple posible es un cuerpo pintado de negro mate y con una conductividad térmica alta (por ejemplo un metal), para que la energía térmica que se produzca continuamente en su superficie pueda propagarse con facilidad a la zona que no interese. Normalmente basta una red de tubos por donde circula un fluido encargado de recoger, a su vez, esta energía térmica.

Puede optimarse la eficacia de cualquier captador mediante diversas técnicas basadas en efectos físicos, entre los que destaca el efecto invernadero, el cual evita que la energía térmica vuelva a escaparse del captador, y que es aprovechado en la mayor parte de los colectores solares térmicos que existen.

Algunos sistemas utilizan la concentración de los rayos solares mediante espejos curvos o lentes para elevar considerablemente la intensidad de la radiación incidente sobre la superficie absorbente y, por tanto, logran alcanzar temperaturas muy altas, a veces necesarias para procesos específicos.

Estos sistemas de concentración implican mayor complejidad tecnológica y su uso está restringido a aplicaciones especiales.

La luz está formada por un número grande de entidades físicas llamadas fotones. Estos últimos son capaces de interactuar con los electrones de los cuerpos sobre los que inciden.

Se mencionarán dos tipos de interacción: el efecto fotoeléctrico externo y el efecto fotovoltaico.

El efecto fotoeléctrico externo, descubierto por Heinrich Hertz en 1887, consiste en un desprendimiento de electrones de la superficie de los metales al chocar con ésta fotones con energía suficiente, dando lugar a una corriente eléctrica denominada fotoeléctrica. Las celdas fotoeléctricas se basan en este efecto.

Ciertos materiales llamados semiconductores son capaces, bajo ciertas circunstancias, crear una fuerza electromotriz.



Existen dos tipos de semiconductores: los denominados de tipo "n" y los de tipo "p".

A los primeros se les puede forzar, mediante la adición de cantidades pequeñas de impurezas apropiadas, a tener un exceso de electrones en posiciones determinadas y a los segundos un defecto de ellos, o lo que es equivalente, un exceso de "huecos" (lugares vacíos dejados por los electrones al emigrar éstos a otras posiciones).

Al ponerse en contacto un cuerpo cristalino semiconductor de tipo "n" con otro de tipo "p" se crea una unión "p-n", la cual posee propiedades especiales.

Tanto los electrones en exceso del semiconductor "n" como los huecos del "p" tienden a difundirse a través de la superficie común de separación, penetrando un poco al otro lado de esta difusión de electrones y huecos debida a la diferente concentración de unos y otros en cada lado de la superficie, hará que el semiconductor "n" se cargue positivamente y el "p" negativamente, estableciéndose así una diferencia de potencial de algunas décimas de volts, la cual da lugar a un campo eléctrico que restablece el equilibrio, evitando que continúe el flujo de los portadores de carga.

Sin embargo, si incide luz sobre la zona de unión, los fotones de la misma liberarán electrones adicionales y al mismo tiempo dejarán huecos en su lugar.

Estos pares electrón - hueco, por efecto del campo eléctrico, adquieren movimiento (energía) y pueden ser recogidos mediante un conductor, es decir, aparece una corriente eléctrica.

Se puede decir que esta corriente eléctrica proviene de los fotones de la luz, por lo que la corriente cesa en cuanto ésta se suprime.

Elementos normalmente usados para la obtención de electricidad fotovoltaica son el silicio, el selenio y el galio, aunque también comienzan a utilizarse otros materiales diversos monocristalinos, policristalinos e incluso amorfos.



Las células fotovoltaicas, suministran un voltaje que es proporcional a la intensidad de radiación incidente, aunque no todas las longitudes de onda de la misma son aprovechables.

Las celdas solares tienen la ventaja de aprovechar tanto la radiación directa como la difusa, poseen una vida larga y convierten directamente la energía solar en electricidad.

Por otro lado, no se han usado ampliamente porque hasta ahora son demasiado costosas y, por lo tanto, no pueden competir con otras fuentes de energía como el petróleo y el gas.

Además su eficiencia de operación es baja, normalmente del 10 %. Sin embargo, desde el descubrimiento de las celdas de silicio amorfo hidrogenado, en los años últimos han disminuido considerablemente los costos, aunque la eficiencia máxima (8%) que se obtiene con este material es menor que la que se consigue con otros.

La investigación solar en México.

México tiene algunas regiones con el promedio de radiación más alto del planeta, específicamente en Sonora y Baja California. Estas zonas coinciden con los desiertos que se hallan alrededor de los trópicos de Cáncer y Capricornio, y en ellas pueden construirse centrales de energía solar para satisfacer la demanda que requiere el país.

Además, como en las zonas desérticas el suelo es poco productivo y el clima contribuye a que no se habiten, son las más apropiadas para construir plantas solares de varias decenas de megawatts de potencia.

El promedio diario de energía solar que llega a México es de 5.5 [kW / h] por metro cuadrado. La utilización de la energía solar se ha probado con éxito como alternativa para satisfacer las necesidades de electricidad en las comunidades rurales.



Cabe destacar el hecho de que una casa puede ser autosuficiente, respecto al consumo externo de energía, si se emplean algunos dispositivos solares y si la arquitectura de la vivienda está diseñada para que el clima esté controlado naturalmente con diversos sistemas solares, llamados "pasivos".

De lo anterior se desprende que el uso de la energía solar contribuye a eliminar la dependencia de los energéticos y a la descentralización energética. Las dos desventajas principales del uso de la energía solar son, en primer lugar, el costo elevado de los sistemas solares, en comparación con los convencionales y, en segundo lugar, el mantenimiento de los sistemas solares.

Es necesario crear sistemas de almacenamiento de energía solar que sean económicos, sencillos, eficientes y duraderos. Las desventajas pueden ser controladas por la investigación básica y aplicada como la que se realiza en México. En este país se realizan muchas investigaciones acerca del aprovechamiento de la energía solar.

El futuro de la energía solar depende de estas investigaciones; por mencionar sólo un ejemplo del avance logrado, en los seis años últimos el costo de las celdas solares ha disminuido en un factor de diez.

3.3.4. Fisión nuclear.

Como se sabe, toda la materia del Universo está formada por moléculas que, a su vez, están constituidas por átomos formados por neutrones, protones y electrones. Existe un vacío enorme que separa a los electrones del núcleo atómico (donde se localizan los neutrones y protones). Esto se puede explicar recurriendo a la analogía entre el átomo de hidrógeno (el más simple que existe, pues sólo está formado por 1 protón y 1 electrón) y el Sistema Solar.



Si se pudiera amplificar el protón que constituye al núcleo de este átomo al tamaño del Sol, su electrón único se encontraría girando a una distancia 30 veces mayor que la que existe entre este astro y la Tierra.

El número de protones que contienen en su núcleo los átomos, es el número atómico y es igual al número de electrones orbitales. La suma total de protones y neutrones se conoce como número de masa. Este número proporciona una idea de la masa del átomo, aproximadamente. Esto es porque las masas de ambas partículas casi son iguales y la masa de los electrones es, comparativamente, despreciable.

En la naturaleza existen 272 átomos estables con distintos números de masa que dan lugar a los 103 elementos identificados plenamente. Cada elemento está formado por átomos del mismo número atómico, pero que pueden tener número de masa diferente. Esos átomos del mismo elemento con masa atómica diferente reciben el nombre de *isótopos*.

Así, el elemento uranio, con número atómico 92, por ejemplo, tiene fundamentalmente dos isótopos, cuyos números de masa son 235 y 238.



Albert Einstein (1879 - 1955)

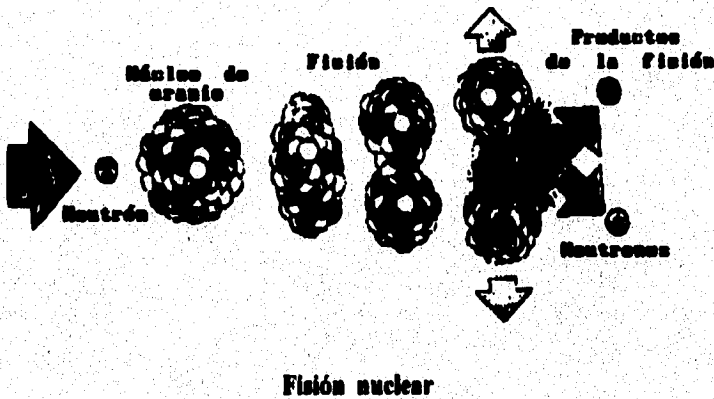
Los experimentos sobre la radiactividad de ciertos elementos como el uranio, el polonio y el radio, llevados a cabo a fines del siglo pasado por Henri Becquerel y por Pierre y Marie Curie, condujeron en 1902 al descubrimiento del fenómeno de la transmutación de un átomo en otro diferente; a partir de una desintegración espontánea que ocurría con un gran desprendimiento de energía.

Poco después, en 1905, los estudios de Albert Einstein explicaron que dicho desprendimiento de energía era el resultado de la transformación de cantidades pequeñísimas de masa en energía, de acuerdo con la equivalencia $E = mc^2$.



Ambos hechos condujeron a la conclusión de que si lograba desintegrar a voluntad los átomos de algunos elementos, seguramente se podrían obtener cantidades fabulosas de energía.

En 1938 Otto Hahn, Fritz Strassman y Lise Meitner pudieron comprobar el fenómeno de la fisión nuclear, bombardeando con neutrones núcleos del isótopo del uranio 235.



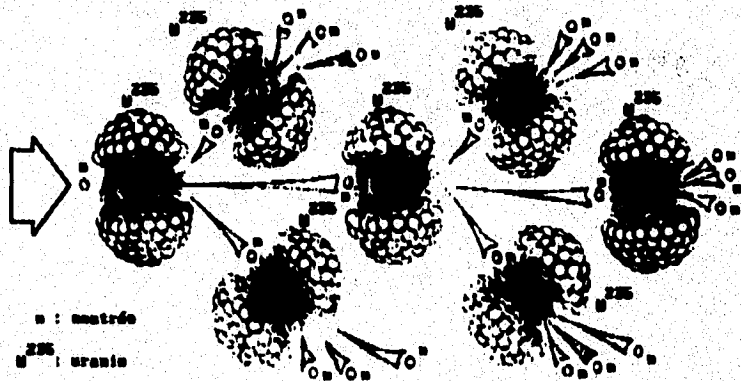
En esta reacción cada núcleo se parte en dos núcleos de masas inferiores pero emite radiaciones y libera energía que se manifiesta en forma térmica y emite 2 ó 3 nuevos neutrones.

Esta circunstancia última llevó al físico italiano Enrico Fermi a tratar de mantener y controlar una reacción nuclear, usando los neutrones producidos en la fisión de núcleos de uranio 235, para fisiónar otros núcleos del mismo isótopo en lo que se denomina una "reacción en cadena", que finalmente logró producir en diciembre de 1942; el control de la reacción en cadena se obtuvo mediante la absorción de neutrones por elementos como, por ejemplo, el boro y el cadmio.



Desafortunadamente, todos estos extraordinarios descubrimientos, tuvieron como primera aplicación la manufactura de bombas atómicas que fueron lanzadas sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki.

No fue sino hasta la primera mitad de la década de los cincuenta cuando por primera vez se empleó la energía nuclear para generar electricidad.



Reacción en cadena



Las centrales nucleoelectricas.

Estas centrales tienen cierta semejanza con las termoelectricas convencionales, ya que tambien utilizan vapor a presion para mover los turbogeneradores pero en lugar de emplear combustibles fosiles para producirlo, aprovechan el calor que se obtiene al fisurar atomos de los isotopos de uranio 235 y plutonio 239 en dispositivos llamados reactores.

Existe una variedad grande de reactores, pero todos tienen los siguientes elementos en comun: combustible, moderador y refrigerante.

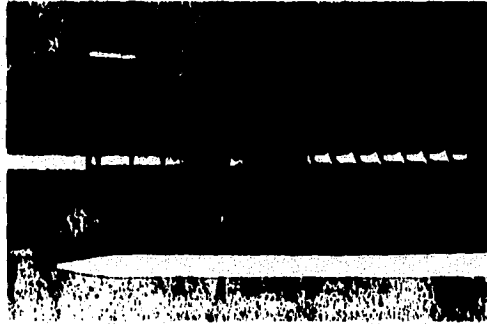
Combustible.

Aun cuando dentro de los reactores no se efectua combustion alguna en el sentido real de la palabra, se denomina combustible, por analogia, al material cuyos nucleos se fisuran al bombardearse con una fuente de neutrones para obtener calor.

En un reactor puede emplearse como combustible uranio natural, en el cual el isotopo uranio 238 representa el 99.3% y el isotopo uranio 235 tan solo el 0.7%; o bien uranio enriquecido, en el que la proporcion de uranio 235 aumenta aproximadamente hasta el 3%.

Existen otros materiales fisurables que pueden usarse como combustible.

Estos son el plutonio 239 y el uranio 233, los cuales, se producen artificialmente a partir de los elementos uranio 238 y torio 232, respectivamente. A continuacion se muestra una figura que compara los tamanos de una vaina de zircaloy con pastillas de combustible y el de un lapiz.



Vaina de zircaloy con pastillas de combustible

Moderador.

Los neutrones que se generan como consecuencia de la fisión de los núcleos de uranio 235 tienen al emitirse velocidades de 20 000 [km/s], aproximadamente.

Para que estos neutrones puedan a su vez fisionar a otros núcleos del mismo elemento de una manera eficiente y prosiga así la reacción en cadena, se debe disminuir su velocidad hasta 2 [km/s] aproximadamente; proceso que se conoce como *termalización* de los neutrones.

Esto se logra intercalando alguna sustancia cuyos átomos se encargan de frenar a los neutrones, por medio de choques, provocando que estos últimos pierdan velocidad.

Dicha sustancia se denomina *moderador*.

Entre los moderadores más comunes se pueden citar : el agua, el grafito y el *agua pesada*.



El agua pesada es un líquido semejante al agua natural; pero en lugar de tener moléculas formadas por átomos de hidrógeno, está constituido por átomos de un isótopo de dicho elemento llamado *deuterio*, cuya masa es prácticamente el doble de la del hidrógeno ya que, mientras el núcleo del hidrógeno consta tan sólo de un protón, el del deuterio está formado por un protón y un neutrón.

Las sustancias que sirven de moderadores absorben distintas cantidades de neutrones; por ejemplo, el agua natural absorbe más neutrones que el agua pesada, y para compensar el efecto que esta disminución de neutrones tiene sobre el número de fisiones, se debe aumentar el número de átomos de uranio 235, enriqueciendo el combustible.

Refrigerante.

La gran cantidad de calor que se genera en el reactor a consecuencia de la reacción nuclear, debe ser extraído para poder producir el vapor que se requiere en la generación de energía eléctrica y, al mismo tiempo, mantener lo suficientemente baja la temperatura de los distintos elementos que se encuentran en su interior para que estos no sufran algún deterioro.

Esto se consigue mediante la acción de un fluido que se conoce como *refrigerante* y que puede ser un gas como el bióxido de carbono (CO_2) o el helio; o algún líquido como el agua, el agua pesada o el sodio fundido.

Las combinaciones diferentes entre combustibles, moderadores y refrigerantes dan lugar a varios tipos de reactores, algunos de los tipos de reactores más comunes son:

- ↳ **Reactor de Agua Pesada a Presión**
(*Pressurized Heavy Water Reactor - PHWR o CANDU*)



- Reactor de Agua a Presión
(*Pressurized Water Reactor - PWR*)
- Reactor de Agua Hirviente
(*Boiling Water Reactor - BWR*)
- Reactor Enfriado por Bióxido de Carbono y Moderado por Grafito
(*Gas Cooled Reactor - GCR*)
- Reactor Rápido de Cría Enfriado por Sodio
(*Liquid Metal Fast Breeder Reactor - LMFBR*)

La seguridad en las centrales nucleares.

Al tratar este tema se impone antes que nada desvanecer el temor infundado, pero por desgracia bastante frecuente, de que una de estas centrales pueda estallar como una bomba atómica. Para que ocurra una explosión atómica, el artefacto explosivo requiere de material fisionable (uranio 235 o plutonio 239), cuya pureza sea superior al 95 % y, además, que se construya con piezas de formas específicas.

Ninguna de estas condiciones se cumple en el caso de los reactores nucleares, cuyo combustible apenas contiene 3 % de material fisionable, en forma de pequeñas pastillas cerámicas.

La reacción que provoca una explosión atómica es incontrolable, mientras que en el caso de los reactores nucleares, dicha reacción está continuamente bajo estricto control. Todos los reactores disponen de ciertos elementos denominados *barras de control*, que son verdaderas pantallas en cuyo interior se encuentra una sustancia que, como el carburo de boro, tiene la propiedad de absorber neutrones. Si se deseara abatir al mínimo la reacción de fisión que ocurre dentro del reactor, bastaría con intercalar entre los ensambles de combustible dichas barras que, al capturar una parte grande de los neutrones libres, evitaría que estos provocaran fisiones nuevas.



Ciclo de combustible nuclear.

El ciclo del combustible nuclear es el conjunto de operaciones necesarias para procesar y fabricar el combustible nuclear, utilizarlo en el reactor, así como recuperar materiales fisiles del combustible irradiado.

El ciclo incluye la fabricación del combustible nuevo para ser reciclado en los reactores, y el depósito temporal o definitivo de los residuos radiactivos, comentado en el punto anterior.

El ciclo del combustible se inicia en la exploración y explotación del mineral; ésta última puede realizarse en minas a cielo abierto o subterráneas.

Una vez extraído, el mineral se beneficia y refina, hasta convertirlo en un concentrado. Para los reactores que usan uranio enriquecido, el concentrado debe transformarse en hexafluoruro de uranio, que es el producto gaseoso que sirve de material de alimentación a las plantas de enriquecimiento.

Las plantas de conversión usan procesos de fluorinación con este objeto.

En las plantas de enriquecimiento se hace una separación isotópica del uranio 235 y el uranio 238, que contiene el uranio natural. Esta separación tiene como objetivo incrementar de 0.7 % a 2 %, ó 3 %, la concentración del uranio 235 en el hexafluoruro de uranio alimentado a la planta.

El proceso de fabricación de los elementos combustibles se inicia con la conversión química del hexafluoruro de uranio enriquecido en dióxido de uranio en polvo. Este polvo se prensa en forma de pastillas cilíndricas que se insertan en tubos herméticos de zircaloy, que es una aleación a base de zirconio, y se agrupan en ensambles o elementos combustibles.



Una vez terminados de fabricar los ensambles de combustible, se empaican y se envían para su carga e irradiación en el reactor, donde producen energía.

Después de su irradiación, cuando su reactividad se ha agotado, el combustible tiene que descargarse y almacenarse en la alberca de combustible irradiado para que su radiactividad decaiga y pueda ser transportado, ya sea a la planta de reprocesamiento o alguna otra instalación para su almacenamiento temporal o definitivo.

Este transporte de combustible irradiado debe hacerse en contenedores blindados especiales, que garanticen el confinamiento del material bajo las condiciones más severas posibles.

El combustible se almacena en la planta de reprocesamiento hasta que se procese. El reprocesamiento implica la preparación mecánica del combustible y su dilución en ácido nítrico, seguida de procesos de extracción por solventes, que separan el uranio y el plutonio de los productos de fisión.

El uranio y el plutonio pueden reciclarse dentro de los mismos reactores térmicos, pero también el plutonio puede almacenarse para ser utilizado como combustible en los reactores rápidos o de cría. Los productos de fisión constituyen un residuo radiactivo de nivel alto, que puede ser vitrificado y confinado en una estructura geológica profunda estable, fuera de todo contacto con la biosfera.

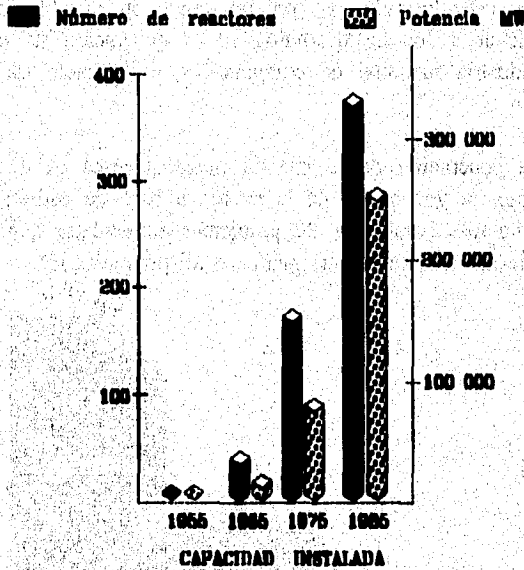
Situación actual.

La contribución de la tecnología nuclear para satisfacer la demanda de energía a nivel mundial se ha incrementado fuertemente desde 1954, hasta la fecha. A pesar de que la energía nucleoelectrónica es, relativamente, nueva, ya tiene casi el mismo nivel de producción que la electricidad obtenida por plantas hidráulicas a nivel mundial.



En 1987, la nucleoelectricidad representó poco más del 16% del total generado en todo el mundo, mientras que la hidroelectricidad contribuyó con el 20%.

Casi todo el 64% restante se produjo con combustibles fósiles, ya que la geotermia sólo contribuyó con poco menos del 0.3%.



Las reservas probadas de uranio en México son de 14 600 toneladas, de las cuales 10 600 son explotables económicamente.

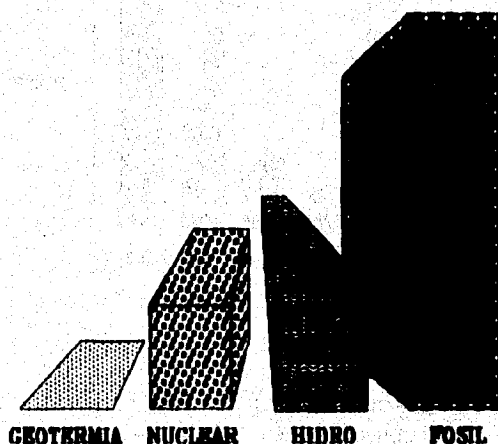
Estas reservas aseguran el combustible necesario para proveer a los dos reactores de Laguna Verde durante toda su vida con un excedente del 30%.



Cabe mencionar que la exploración del territorio mexicano en busca de este recurso ha cubierto una pequeña parte de su superficie, por lo que es muy probable que las reservas se incrementen significativamente al reanudarse los trabajos de exploración. Basar el desarrollo eléctrico en hidrocarburos es inconveniente por las limitaciones en la producción nacional de gas y combustóleo. Basarlo en carbón importado es posible técnicamente pero es, también, muy arriesgado.

Queda la alternativa nuclear, que mediante un programa bien definido con centrales estandarizadas y con un grado insuperable de seguridad, permitiría relevar a los hidrocarburos en la generación de electricidad y crear una industria nacional de componentes y del ciclo del combustible nuclear.

Hoy, la generación de la energía nucleoelectrónica es económicamente competitiva con la generación de la misma a base de carbón, en el futuro será claramente más barata por los problemas ambientales que la quema de carbón y la incertidumbre en sus precios y disponibilidades.



Contribución de los diferentes medios de generación eléctrica a nivel mundial



3.3.5. Fusión nuclear.

La energía derivada de la fusión nuclear puede llegar a ser usada ampliamente a mediados del siglo XXI.

Debido a que la fusión puede usar los átomos presentes en el agua ordinaria como un combustible, el aprovechamiento del proceso podrá asegurar a las generaciones futuras de energía eléctrica adecuada.

Las partículas que se fusionan con una facilidad mayor son el deuterio y el tritio, los cuales no se obtienen fácilmente en la Tierra.

La investigación de la fusión desde 1950 se ha enfocado en dos formas de alcanzar presiones y temperaturas grandes: el *confinamiento inercial* y el *confinamiento magnético*.

La primera estrategia, el confinamiento inercial, consiste en concentrar rayos de láser en una cápsula que contenga una mezcla de deuterio y tritio. La radiación vaporiza la capa superficial de la cápsula, la cual explota. Para conservar la cantidad de movimiento, la capa interna de la cápsula se dispara hacia adentro.

Al mismo tiempo, el combustible es comprimido unos instantes (menos de 10^{-10} segundos); densidades extremadamente altas (aproximadamente 10^{25} partículas por centímetro cuadrado), ya han sido alcanzadas.

Una máquina, la *National Ignition Facility*, cuyo diseño y fabricación se someterán al *Congreso de los E. U.* en 1996, contará con 192 rayos de láser aplicando 18 000 [kJ] de energía durante 10^{-9} segundos, aproximadamente.



Francia está planeando construir una máquina con capacidades semejantes cerca de Burdeaux, en 1996.

En lo referente al confinamiento magnético cabe mencionar lo siguiente. La mayoría de los dispositivos de fusión magnética explorados confinan el gas caliente ionizado, o plasma, no con paredes materiales sino por medio de campos magnéticos.

El desarrollo más exitoso y último dentro de este campo es el *tokamak*, propuesto en los inicios de la década de los años 50 por Igor Y. Tamm y Andrei D. Sakharov de la Universidad de Moscú.

Una corriente eléctrica fluye en bobinas enrolladas en un toroide. Esta corriente actúa en conjunto con otra, llevada a través del plasma, creando un campo magnético en espiral alrededor del toroide, el núcleo y los electrones siguen la dirección de las líneas del campo magnético.

El dispositivo puede confinar el plasma llegando a alcanzar densidades aproximadas a 10^{14} partículas por centímetro cúbico durante casi un segundo.

Si el gas es para fusión debe calentarse. Cierta cantidad de calor proviene de la resistencia eléctrica de la corriente que fluye a través del plasma, sin embargo, se requiere un calor más intenso.

Un esquema en desarrollo dentro del campo de los tokamaks utiliza sistemas de radio - frecuencia similares a los de los hornos de microondas.

Un procedimiento común es inyectar haces energéticos de núcleos de deuterio o tritio dentro del plasma, estos haces ayudan a mantener el núcleo más caliente que los electrones debido a que es el núcleo el que se fusiona, el calor disponible es entonces utilizado en una forma más eficiente.

Un "ion caliente" se utilizó en 1994 en un *Tokamak Fusion Test Reactor* (TFTR) para generar más de 10 [MW] de energía de fusión, cantidad inmensa.



Aunque esta cantidad de energía se obtuvo sólo durante un segundo, la temperatura, presión y densidad de energía obtenidas son comparables con las que se necesitan para una planta eléctrica comercial.

Un dispositivo utilizado para la fusión nuclear es el llamado *Joint European Torus* (JET), el que, aparte de mantener caliente el plasma, lo limpia continuamente de los átomos que se "golpean" en las paredes del dispositivo.

Varios tokamaks poseen bobinas magnéticas extras, las cuales permiten diversificar las capas de plasma dentro de una cámara donde son extraídas la impurezas existentes por medio de calor.

Actualmente, este sistema trabaja muy bien, en éste, el plasma es confinado durante unos pocos segundos.

Pero esto no será suficiente para las plantas de energía comerciales, las cuales, podrán generar miles de millones de watts durante pulsos que duren horas o días.

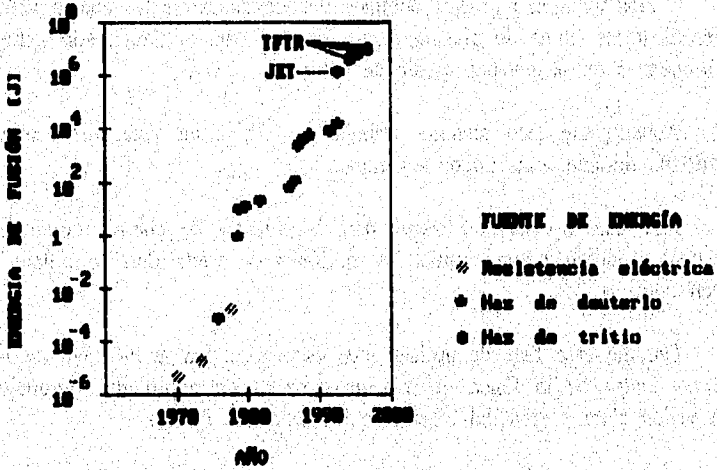
Durante esta fase de aplicaciones especiales, una abundancia de ideas nuevas dentro de la física del plasma deberán ser exploradas, produciendo una visión clara acerca del diseño de los reactores futuros.

Dentro de 50 años, a partir de hoy, los ingenieros deberán ser capaces de crear las primeras plantas industriales para la energía de fusión, lo cual será un paso muy importante para el desarrollo de la humanidad.

Aunque se deberán modificar inmediatamente las políticas actuales, estos planes corresponderán a la escala crítica de 50 a 100 años en los cuales los recursos fósiles de energía deberán ser reemplazados, como ya se ha mencionado antes.



Producción de energía de fusión



La producción de energía de fusión en tokamaks, alrededor del mundo, se ha incrementado durante las décadas pasadas.

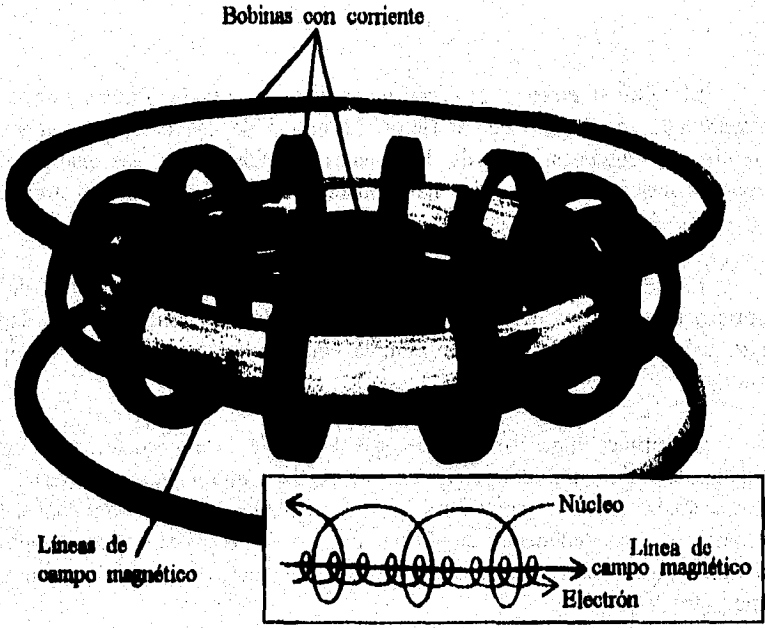


Diagrama del Tokamak Fusion Test Reactor.



3.3.6. Geotermia.

El término *energía geotérmica*, expresa la energía térmica que está almacenada en el seno de la Tierra. El origen de esa energía es motivo de diversos modelos, uno de los cuales considera que esa energía es cuando menos parte del calor de formación de la Tierra. Sin embargo no se puede determinar la cantidad de energía que se conserva aún.

La energía geotérmica generalmente se encuentra en el interior de la corteza terrestre producto de fenómenos tectónicos naturales, es necesario que para extraerse del subsuelo cumpla con ciertos requerimientos de tipo natural.

En primer lugar se requiere que cerca de la superficie exista una fuente de calor, un cuerpo ígneo, magmático, que caliente el agua en formaciones rocosas permeables o en cavidades que la contengan. El proceso de calentamiento se inicia cuando la roca entra en contacto directo con la masa ígnea, elevando la temperatura del agua que ahí se encuentra depositada.

Este proceso ocasiona que el agua empiece a circular, lo que eleva, a su vez la temperatura del yacimiento, así como la de las arenas que están en contacto con el líquido. Una vez que el yacimiento se ha formado con un cuerpo ígneo, roca permeable, arenas y agua, es posible iniciar su explotación.

Existe, además, otro tipo de yacimiento que no es de roca permeable sino de roca volcánica. Estos yacimientos, donde puede no existir agua, permiten que se fracture la roca, de tal manera que la energía calorífica puede escapar para elevar la temperatura del agua almacenada cerca de la superficie o que se bombea desde el exterior.



Entre las manifestaciones observadas en la superficie de estos yacimientos se encuentra la presencia de manantiales de aguas termales y sulfurosas, géisers y pequeños volcanes de lodo en ebullición constante (como ocurre en el yacimiento de cerro prieto, en Baja California Norte), así como una saturación azufrosa en el ambiente. La energía geotérmica es generada en forma continua por el flujo térmico procedente del núcleo de la Tierra. Por lo tanto constituye una forma renovable de energía.

Se considera que, dado el actual desarrollo tecnológico, una profundidad de 3 000 metros, constituye el máximo, económicamente viable, para la explotación de la energía geotérmica.

Por otra parte, alrededor del año 2 000, un potencial disponible deberá incluir todas las zonas situadas a menos de 5 000 metros de profundidad.

La energía geotérmica puede clasificarse en :

⇒ Energía de nivel alto

⇒ Energía de nivel bajo

El límite entre ambas categorías se encuentra en el intervalo de valores comprendidos entre 150 y 180 [° C]. Las fuentes potenciales de energía geotérmica son : las masas rocosas calientes y secas, las zonas de geopresión que a menudo se encuentran en formaciones sedimentarias y el magma más próximo a la superficie del suelo.

Panorama general.

La explotación de la energía geotérmica se inició, a nivel mundial, en Italia en el año de 1905; desde entonces se han desarrollado técnicas de exploración y explotación, así como equipos para la generación de electricidad.



Uno de los países con potenciales geotérmicos mayores es Estados Unidos que, aunado con el avance tecnológico, lo coloca como el país de generación mayor de energía eléctrica por medio de la geotermia con una capacidad instalada de 810 [MW], proyectándose para un futuro cercano una capacidad instalada de 2 400 [MW].

En México, comenzó en 1973 la generación geotermoeléctrica a escala comercial en el campo de Cerro Prieto.

En Cerro Prieto se tienen actualmente 180 [MW] instalados y 440 [MW] en construcción, próximos a entrar en operación. Aparte, ya se genera electricidad en *Los Azufres* (25 [MW]) y se tienen en exploración varios campos geotérmicos, principalmente en el eje neovolcánico y en el valle de Mexicali. Se ha estimado un potencial posible de capacidad instalable, en sistemas de entalpia alta, de más de 10 000 [MW], y en sistemas de entalpia baja, varias veces más.

Proyectos y desarrollos en México.

El potencial geotérmico en México resulta ser de 87 000 [GW/h], aproximadamente, cifra que representa alrededor del 10 % de la generación total de energía eléctrica proyectada hacia el año 2000.

Es por ello que la exploración y aprovechamiento de los recursos geotérmicos requiere aún de su consolidación tecnológica ya que el desarrollo de esta fuente de energía implica resolver problemas determinantes para efecto del conocimiento de su verdadero potencial energético y de la factibilidad de su realización.

Los avances en materia de exploración han arrojado resultados favorables en métodos de exploración superficial, percepción remota y magnetotelúrica y se han desarrollado modelos con objeto de procesar e interpretar imágenes digitalizadas obtenidas en levantamientos realizados en Cerro Prieto y en el eje Neovolcánico.



3.3.7. Microhidráulica.

Una central hidroeléctrica pequeña (PCH) es una instalación en la que se utiliza la energía hidráulica para generar cantidades reducidas de electricidad por medio de uno o más grupos turbina - generador. Aún cuando los criterios europeos y de Estados Unidos consideran como PCH las instalaciones que dan hasta 10 000 [kW], en Latinoamérica sólo se considera PCH a instalaciones de menos de 5 000 [kW]. En México, por supuesto, se ha considerado el criterio latinoamericano.

Situación general.

No obstante que la capacidad instalada de las grandes centrales (Malpaso con 1 080 000 [kW], Angostura con 900 000 [kW] y Chicoasén con 1 500 000 [kW]), excede por mucho el de varias PCH, éstas no deberían despreciarse ya que constituyen una de las mejores opciones tecnológicas para ayudar a desarrollar la electrificación rural de los países que disponen de recursos hidráulicos suficientes para la generación a una escala pequeña. Aunque en México no existe una estimación del potencial microhidráulico, ya se han identificado un número bueno de fuentes en Tabasco y Veracruz, principalmente.

China tiene la experiencia más notable en materia de PCH, más de 1 700 PCH fueron construidas en su territorio durante el primer semestre de 1980 y este ritmo de diseño y construcción se ha mantenido a lo largo de 30 años, puesto que desde 1949 a 1979 había construido 89 000 PCH con una capacidad total de 6 300 000 [kW].



La microhidráulica en México.

Desde 1977 el *Instituto de Investigaciones Eléctricas* ha realizado varios proyectos relacionados con el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Las perspectivas de desarrollo de las PCH pueden deducirse de la comparación de las ventajas y desventajas que tienen este tipo de plantas.

Sus ventajas son :

- ✓ Solución de problemas de costos y dificultades en el abastecimiento de combustible, en zonas rurales.
- ✓ Tecnología disponible que sólo requiere de adaptación a condiciones concretas.
- ✓ Costo reducido y simplicidad en la operación y mantenimiento.
- ✓ Vida útil larga.
- ✓ Impacto ambiental mínimo.
- ✓ Compatibilización con el uso del agua para otros fines, mejorando el esquema de inversiones.

Sus desventajas son :

- ✗ Requieren elevadas inversiones por [kW] instalado.
- ✗ Estudios de costos.



- X Aplicación frecuente condicionada a la ubicación de recursos con respecto a la demanda.
- X Se necesita compatibilizar las prioridades de uso del agua.
- X La producción de energía puede ser afectada por condiciones meteorológicas.

Las soluciones posibles son las siguientes :

- Aplicación de criterios orientados a la implementación masiva bajo esquemas de planeamiento integral sustentados en la evolución global de recursos y demanda.
- Desarrollo de la producción regional de equipos y materiales de bajo costo, confiables y adaptables a la realidad regional.
- Priorizar el desarrollo de proyectos de uso múltiple.

3.3.8. Corrientes marinas.

Las corrientes marinas se pueden aprovechar para obtener *energía maremotriz*.

La energía maremotriz es la energía cinética, potencial y térmica contenida en las masas oceánicas en forma de movimiento de olas, mareas, corrientes marítimas y gradientes térmicos. La energía de los mares, manifestada por los movimientos periódicos de ascenso y descenso de niveles en las costas, ha sido aprovechada para la generación de energía eléctrica y otros usos.



Dentro de esos movimientos del mar, los correspondientes a las oscilaciones de marea y las producidas por el oleaje, se revisten con un interés especial ya que las mareas disipan energía del orden de los 1 000 millones de caballos de fuerza.

Desde la construcción de los antiguos y rudimentarios molinos de agua, en donde la corriente de agua o el desnivel producido servía para mover unas ruedas de paleta, hasta la culminación con la construcción de la central maremotriz de La Rance de Francia, ha sido posible desarrollar la tecnología necesaria para el dominio de la energía de los mares por el hombre.

Situación actual.

La tentativa para explorar la energía térmica de los mares data de unos 35 años atrás, en esa época se demostró en Francia la posibilidad de producir energía aprovechando una pequeña diferencia de temperatura entre dos masas de agua y unos años más tarde se hicieron experimentos del mismo orden en las costas de Cuba.

Los esfuerzos desplegados durante los 20 años últimos en Francia, donde se ha ensayado mucho con los aparatos apropiados, han llegado a dar por resultado la eliminación de los problemas tecnológicos. Para el aprovechamiento de la energía maremotriz además del proyecto francés de Abibján en Costa de Marfil, puede mencionarse la construcción en California de una central experimental para producir agua dulce.

¿Qué pasa en México?

A nivel mundial, existen varios proyectos en estudio de aprovechamiento de la energía del oleaje, especialmente en Inglaterra.



Aproximadamente, en México existen 10 000 [km] de costa con varios lugares favorables para el aprovechamiento de este tipo de energía (como, por ejemplo, la isla "Tiburón").

La posibilidad de realización de proyectos relacionados con la explotación de este tipo de energía, es una de las inquietudes más grandes en el área de las fuentes de energía alterna.

3.3.9. Viento.

El viento es el movimiento de las masas de aire atmosférico en sentido horizontal.

Tiene su origen en la diferencia de presiones que se crean en diversos puntos del planeta, las que, a su vez, tienen su causa en la acción termal que el Sol provoca en las masas de aire de la atmósfera en los diversos lugares, de acuerdo a la incidencia del poder de radiación. La energía que proporciona el viento depende de su velocidad.

La velocidad media del viento puede variar mucho en distancias geográficas relativamente reducidas debido a los efectos del terreno, y al calentamiento disperejo de la superficie terrestre.

El problema consiste en localizar las zonas mejores (de vientos) y determinar los recursos eólicos en una zona concreta que puedan ser aprovechados en la práctica.

La energía cinética del aire, que se aprovecha en los molinos de viento, en los aerogeneradores, etc., se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera por el Sol y de las irregularidades de la superficie terrestre y es definida como energía eólica, la cual, varía de acuerdo con el lugar y el tiempo.



El viento en México.

México cuenta con un potencial eólico considerable en diversas partes del territorio nacional, como el Istmo de Tehuantepec, en la península de Baja California, el Altiplano central y las entidades de Oaxaca, Guerrero y Michoacán.

Actualmente se desarrolla tecnología propia en este campo, como aerómetros, pequeños aerogeneradores, etc.; y es, fundamentalmente, en zonas rurales donde se vislumbran mayores perspectivas al respecto.

Las tendencias en diversos países muestran que la energía eólica dominará a otras fuentes renovables debido a que su mercado potencial es mayor.

En el desarrollo de equipo para sistemas de convertidores de energía eólica existen actualmente dos apoyos, uno es el esfuerzo gubernamental y otro es el de la iniciativa privada.

En el país, existe el centro de tecnología adscrito al IPN y dentro del área de la energía eólica se han realizado varias investigaciones, básicamente se han hecho trabajos auxiliares para la identificación de problemas a considerar en la utilización de la energía eólica, es decir, cartas eólicas, dispositivos de medición de vientos y diferentes constantes para el uso de la energía del viento. El desarrollo de la energía eólica implica llevar a cabo tareas simultáneas en varias direcciones, como por ejemplo:

- ➔ Evaluación del recurso eólico.
- ➔ Elaboración precisa sobre demandas.
- ➔ Estudios de factibilidad técnica - económica.
- ➔ Desarrollo de equipos adecuados a las condiciones nacionales.
- ➔ Industrialización de los equipos aerogeneradores.
- ➔ Capacitación de recursos humanos.



3.3.10. Biomasa.

La *biomasa* es toda la materia orgánica vegetal o animal convertible en energía.

Comprende árboles, arbustos y otros tipos de vegetación leñosa, hierbas, plantas herbáceas, cultivos que son fuente de energía, plantas acuáticas, residuos de la agricultura, residuos forestales, abonos, residuos sólidos, residuos industriales, agua de desecho y desechos humanos.

Una forma antigua y tradicional de obtener energía es quemar materias vegetales o residuos orgánicos de animales, es decir biomasa obtenida por la fotosíntesis a través de la agricultura, la silvicultura o la ganadería, siguiendo la ecuación empírica de combustión de los carbohidratos.

En esta reacción de la combustión los carbohidratos generalmente liberan 4 500 000 [cal] por cada kilogramo de materia seca, pero el rendimiento práctico varía según el contenido de humedad, el estado físico de agregación de la materia y la presencia de otros tipos de compuestos orgánicos.

Aprovechamiento de la biomasa en el mundo.

En la época actual se estima que la energía derivada de la conversión biológica aporta el 1 % del abastecimiento total de energía; en los países en desarrollo, hasta el 80 % del consumo energético se basa en el uso de la madera, y de los residuos vegetales y animales.



A nivel mundial, anualmente se producen más de 170 000 millones de toneladas de biomasa, de las cuales, sólo el 1 % se utiliza como combustible y fibra, y (aproximadamente) otro 1 % se emplea como alimento o forraje. El 98 % restante no se utiliza debido, principalmente, al costo elevado de la cosecha y del transporte.

Entre los residuos agroindustriales ofrecen particular importancia el bagazo de la caña de azúcar, los residuos de la industrialización de diversos frutos y la cascarilla de arroz.

La utilización de la biomasa para generación de combustibles líquidos por medio de procesos sofisticados de difícil implantación en áreas apartadas, que es donde se dificulta el suministro de combustibles líquidos convencionales.

Las perspectivas de desarrollo de los sistemas de biomasa y de las posibilidades de aprovechamiento, además de los ya mencionados son :

- Mejoramiento de la productividad de cultivos.
- Estudio de nuevos métodos agronómicos.
- Uso de la biomasa acuática.
- Uso de plantas de zonas áridas y semiáridas.
- Árboles de rotación rápida.
- Uso de calor de desecho en sistemas biomásicos para estimular el crecimiento de plantas, algas y bacterias.
- Uso total de las plantas.
- Manipulación genética de plantas y organismos.

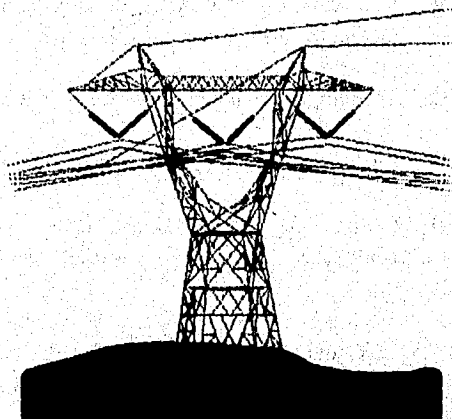


- ❖ Producción fotobiológica de hidrógeno por bacterias o algas, o por medio de membranas sintéticas, partiendo del agua.
- ❖ Tecnologías anaerobias, nuevas y mejoradas.
- ❖ Fijación fotoquímica del bióxido de carbono y del nitrógeno.
- ❖ Celdas de combustibles para generar energía eléctrica con combustibles líquidos o gaseosos derivados de la biomasa.

La toma de decisiones sobre la conveniencia de realizar estudios sobre estos temas, se deberá llevar a cabo teniendo en cuenta la investigación tan limitada que se realiza en México sobre la biomasa.



3.4. Ingeniería eléctrica.



Introducción.

El desarrollo de los conocimientos científicos de electricidad y magnetismo fue mucho más lento que el correspondiente a otras ramas de la ciencia, como por ejemplo, la mecánica.

No es sino hasta el siglo XIX cuando se hacen los descubrimientos fundamentales y se desarrollan las aplicaciones industriales que han tenido una repercusión importante en la forma de la vida moderna.

En 1796, en Italia, Alessandro Volta desarrolló la pila voltaica, la primera fuente de una corriente eléctrica continua; esto aunado al descubrimiento de la inducción electromagnética, realizado por Faraday en 1831, amplió notablemente la posibilidad de generar energía eléctrica y de utilizarla en aplicaciones industriales.

No es sino hasta 1832 cuando Hipólito Pixii desarrolla un generador eléctrico movido a mano. En 1839 Jacobi inventó un motor. Con este motor alimentado por una batería equipó un barco que navegó por el río Neva en San Petesburgo. Uno de los primeros generadores eléctricos industriales fue presentado por Werner Von Siemens con el nombre de dinamo en 1866. En 1873 el ingeniero Fontaine accidentalmente se dio cuenta que el dinamo de Gramme era un máquina reversible, que podía funcionar como motor eléctrico.



Se considera que los sistemas de energía eléctrica se iniciaron en 1882 con las instalaciones de Edison en Nueva York. Se puede afirmar que Marcel Deprez fue el precursor de la transmisión de energía eléctrica a alta tensión.

Con el invento del transformador por Gaulard y Gibbs en 1883 se hizo posible la elevación eficiente y económica de la tensión por medio de sistemas de corriente alterna.

En 1883, Tesla inventó las corrientes polifásicas, en 1886 desarrolló un motor polifásico de inducción y en 1887 patentó en los Estados Unidos un sistema de transmisión trifásico.

La primera línea de transmisión trifásica se construyó en 1891, en Alemania, con una longitud de 180 [km] y una tensión de 12 000 volts. Este sistema de corriente alterna trifásica se desarrolló rápidamente, a partir de entonces la cantidad de energía transmitida, la longitud de las líneas y la tensión de transmisión han aumentado constantemente. En la actualidad es de empleo general.

En 1905 entró en servicio una línea de 60 [kV] entre la planta hidroeléctrica de Necaxa y la Ciudad de México, la que constituyó en aquel momento la tensión más elevada del mundo iniciándose así la electrificación del territorio mexicano.

En años recientes se ha desarrollado un sistema de transmisión de corriente continua a alta tensión. La energía eléctrica se genera con corriente alterna, la tensión se eleva al valor necesario mediante un transformador, y se rectifica para realizar la transmisión con corriente continua; en el extremo receptor se sigue el proceso inverso.

Este sistema se pudo realizar gracias al perfeccionamiento en equipos rectificadores e inversores de alta tensión, basados en la válvula de arco de mercurio controlado por rejilla. La primera instalación industrial de este tipo entró en servicio en Suecia en 1954, transmitía 20 000 [kW] a una distancia de 97 [km], a través de un cable submarino a una tensión de 100 [kV].



Las instalaciones más recientes de equipos de conversión se han realizado con rectificadores controlados de silicio (*thyristores*).

3.4.1. La innovación tecnológica y el sector eléctrico en México.

La innovación tecnológica conlleva la idea de hacer las cosas de forma diferente a lo acostumbrado.

Así, la innovación tecnológica puede darse de muchas formas: adaptar un producto para un fin diferente al que fue diseñado originalmente, utilizar materiales nuevos para productos existentes, combinar materiales para lograr mejores características a las disponibles hasta entonces, e incluso introducir nuevos procesos de producción para mejorar la eficiencia o disminuir costos.

La innovación tecnológica es una parte significativa de la función renovadora de las organizaciones. La urgencia de "hacerlo mejor" responde a una presión socioeconómica fuerte.

También es en sí un largo proceso, que abarca desde la inquietud por hacer una modificación, hasta la implantación de cambios en la producción de los bienes o servicios, por lo que incluye la invención y todas las etapas inherentes a la introducción del cambio, como son: investigación, desarrollo, producción, distribución y uso.

El camino para alcanzar la innovación no es corto ni sencillo: se debe estar familiarizado con el problema, lo que implica un estudio profundo de los procesos y entender los que son fundamentales; se debe cuestionar constantemente si no existe un proceso alternativo al que se usa y si es posible lograr una mejora significativa y, finalmente, romper con esquemas tradicionales (lo que involucra una gran dosis de imaginación) para llegar a soluciones nuevas.



La innovación normalmente se genera a partir de la demanda de un usuario, quien decide cambiar la manera de hacer las cosas, aunque de antemano no sepa cómo, ni cuánto.

También es común que el usuario se apoye en otras instituciones para lograrlo.

El sector eléctrico en México ha realizado innovaciones en los procesos de generación, transmisión, distribución y uso de la energía eléctrica, con el fin de mejorar la economía, continuidad y calidad del servicio.

La gama de las innovaciones ha sido amplia y cubre tanto mejoras incrementales de procesos específicos como cambios radicales que han sido el producto de incorporar tecnologías de vanguardia.

Algunas de las innovaciones introducidas en los 20 años últimos al sector eléctrico del país son: la operación de la red eléctrica interconectada desde el *Centro Nacional de Control de Energía* (CENACE); la introducción de unidades normalizadas de energía eléctrica de 350 [MW]; la operación del *Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales* (LAPEM); y esquemas nuevos de capacitación de los operadores, tanto de plantas como de redes del *Instituto de Investigaciones Eléctricas* (IIE).

El IIE, como otros institutos de investigación y desarrollo tecnológico, tiene tres principales áreas de actividad: proyectos con resultados aplicables en el corto plazo, esto es, servicios tecnológicos especializados que se realizan a petición de un usuario; proyectos con resultados aplicables en el mediano plazo, básicamente diseño de prototipos, y proyectos propios para mejorar sus herramientas de trabajo.

Dentro de éstas últimas se encuentran los programas de *software* para mejorar la capacidad de análisis, los instrumentos nuevos, los dispositivos de diagnóstico y los laboratorios especializados. Son numerosos los ejemplos de innovación del sector eléctrico en donde el instituto ha contribuido con mejoras tecnológicas.



El IIE ha desarrollado unidades terminales remotas basadas en microprocesadores con capacidad de comunicación con varios protocolos; programas para la planeación de la operación y el control del sistema eléctrico; sistemas de adquisición de datos y control distribuido en las centrales generadoras; simuladores para adiestramiento de operadores; métodos de aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía solar para comunidades rurales apartadas; análisis del proceso de combustión de combustibles fósiles y estudios de materiales en centrales generadoras; tecnología para el diseño y la construcción de sistemas de apoyo para la supervisión de arranque y la operación de centrales eléctricas; mejoras en el blindaje de las líneas de transmisión; equipos terminales para fibras ópticas y sensores basados en propiedades ópticas de los materiales; sistemas de comunicaciones y redes e instrumentación electrónica de alta frecuencia; aplicación de nuevos esquemas de protección contra descargas atmosféricas; técnicas para disminuir el problema de la contaminación en líneas aéreas; pararrayos de óxidos metálicos; aislamientos no cerámicos; sistemas informáticos para mantenimiento preventivo de equipos; proyectos de automatización de la distribución; nuevos dispositivos para medición de la demanda y el consumo de energía eléctrica, y tarifas horarias, entre otros.

Tres ejemplos de innovación.

Tres casos de innovación que ameritan detallarse son los que a continuación se mencionan:

- ↳ El análisis del combustible mexicano.
- ↳ La concepción y el diseño de simuladores.
- ↳ El desarrollo del concreto polimérico.



En relación con el proceso de la combustión de generadores de vapor se ha investigado teórica y experimentalmente para apoyar al sector eléctrico en el uso más eficiente de los combustibles fósiles mexicanos; ejemplo de esto son los métodos de evaluación de sistemas de combustión, el diseño y modificaciones a quemadores y evaluaciones de impacto ambiental. De igual manera se han efectuado estudios de materiales para recomendar los más resistentes a la corrosión de acuerdo con las características del combustible y las condiciones operativas de las plantas termoeléctricas.

El análisis gota por gota del combustible implica que en un futuro cercano se sepa con precisión cuál es su comportamiento al quemarse sólo o en mezclas y cómo se debe quemar para lograr una eficiencia mayor en la combustión y disminuir el escape de gases contaminantes a la atmósfera, entre otros beneficios.

En México, hasta principios de los años ochenta, los operadores de unidades generadoras convencionales de energía eléctrica recibían entrenamiento adicional, esto es, una buena parte de sus conocimientos los obtenían observando cómo los operadores experimentados maniobraban. Los operadores de reactores nucleares tenían que viajar al extranjero para capacitarse.

El INE, a petición de la *Comisión Federal de Electricidad* (CFE), incurrió en ese campo y conformó un equipo de trabajo para desarrollar un simulador de alcance total.

Con el desarrollo del concreto polimérico, material descubierto inicialmente en Estados Unidos, se sustituye la porcelana utilizada en el proceso convencional, que presenta desventajas como alto costo y fragilidad.

El concreto polimérico del INE resuelve problemas de degradación inherentes a este tipo de materiales no cerámicos, ofreciendo características eléctricas y mecánicas que permiten soportar durante tiempo prolongado ambientes expuestos a la humedad, el calor y a cambios bruscos de temperatura, entre otros.



Obstáculos y retos.

La información y capacitación son ingredientes fundamentales para incrementar la capacidad de innovación.

El investigador debe ir siempre un paso adelante de las necesidades de su usuario y para lograrlo necesita, indiscutiblemente, conocer lo que sucede con el avance de la ciencia y la tecnología en su entorno, en su país, en todo el mundo.

El deseo de estar informado es vital si se desea llegar a ser innovador.

Durante el proceso de innovación se requiere imaginación para romper los conceptos tradicionales, para adoptar nuevos y, por último, para hacer engranar las escalas de tiempo de las actividades de investigación con las de los usuarios quienes, generalmente, expresan necesidades urgentes; esto último tiene una importancia grande.

Una forma de lograr esta sincronización es contar con grupos de investigación que se "adelanten" a las necesidades del sector, que conozcan las necesidades futuras y que hayan caminado el largo trecho del conocimiento profundo de los procesos, antes de que surja la necesidad específica, para que así puedan responder con prontitud a las necesidades de corto plazo.

Para lograr esto se requiere crear una estructura de innovación y desarrollo tecnológico en donde la inversión sea mayor que la actual.

Pero todo lo que se diga sobre innovación resulta de más sin la presencia de un elemento principal: el investigador, el ser humano que trata de romper los límites de lo ya establecido y que busca aquello que lo llevará a traspasar las fronteras de lo conocido y probado.



3.4.2. El sector eléctrico de México se prepara para el siglo próximo.

I. Generación eléctrica.

I.1. Retos.

El ambiente tecnológico del proceso de producción de energía eléctrica constituye, por sí mismo, un gran reto para posicionar su gestión en un marco de competitividad internacional.

Desde luego, operar y mantener 31 646.953 [MW] de capacidad nominal, integrada por 515 unidades generadoras en 150 centrales, es también un reto muy grande.

En este sentido 8 845.71 [MW], corresponden al proceso hidroeléctrico y 22 799.65 [MW] al proceso termoeléctrico. Asimismo, 175 unidades en 61 centrales son del ambiente hidroeléctrico; 340 unidades en 88 centrales del termoeléctrico, y solamente 7 unidades eololéctricas en una sola central.

En este orden de ideas, el gran esfuerzo que estamos realizando se orienta a la modernización, automatización, reposición de esquemas obsoletos, principalmente en materia de instrumentación y control, y reposición de partes calientes sujetas a presión, entre los conceptos más relevantes. No menos importantes son las acciones que se han emprendido para mejorar el régimen termoeléctrico en las centrales termoeléctricas. Con ello se constituye toda una cultura de vigilancia y puesta a punto de los generadores de vapor, con objeto de mejorar la eficiencia del ciclo termodinámico y, en consecuencia, el costo de producción.



Otro esfuerzo realizado en los últimos años se refiere a la seguridad física de las instalaciones, así como las acciones emprendidas en seguridad industrial y protección ambiental; esta última en armonía con la reglamentación vigente, lo cual requiere de un importante número de recursos para instrumentar el equipo necesario e idóneo con el fin de monitorear parámetros inherentes y prever la especialización del personal correspondiente.

Uno de los aspectos de ingeniería en el cual hemos venido trabajando intensamente es el relativo a mejorar los sistemas de medición de nuestros insumos energéticos, observando toda una instrumentación de punta para verificar cuantitativa y cualitativamente el energético recibido y su correspondiente caracterización.

1.2. Tendencias.

El sector eléctrico se ha caracterizado por contar con una diversidad excelente de centrales generadoras que aprovechan los recursos naturales del país. Así, nuestro escenario tecnológico cuenta con centrales hidroeléctricas, geotermoelectricas, ciclos combinados, carboeléctricas, termoelectricas con insumos de combustóleo, turbogas, una central nuclear y, recientemente, una central eoloelectrica.

En este sentido, el proceso de generación seguirá en el camino de aprovechar los recursos hidroeléctricos del país, así como el potencial de vapor endógeno de los campos geotérmicos. Asimismo y en la medida de las posibilidades, deberá fomentarse el aprovechamiento de centros eólicos, dado el potencial de este recurso renovable.

En cuanto al proceso termoelectrico, sin duda alguna la tendencia será en el ambiente de los ciclos combinados, dado el insumo de gas requerido, el menor monto de la inversión, la eficiencia del ciclo logrado con la tecnología de punta, el mejor control de la protección ambiental y, en suma, la rentabilidad de estos centros de producción.



Desde luego, la tendencia de gestión seguirá siendo mejorar la disponibilidad de las unidades generadoras, su eficiencia, el costo de producción y, en consecuencia, la rentabilidad de esta infraestructura.

En tal sentido, la naturaleza de investigación y desarrollo de todas las especialidades que se dan cita en el proceso, será la constante que facilitará observar nuevas áreas de oportunidad para lograr la mejora sostenida.

1.3. Futuro.

El aprovechamiento de los recursos, el ahorro y el uso racional del potencial energético será determinante en el ambiente globalizador de las ventajas comparativas de los países.

En este sentido, México es un país privilegiado por la naturaleza; de ahí que por lo menos los 30 años próximos, el esquema será muy parecido al que existe actualmente. Desde luego, en materia de fuentes renovables de energía, existen en todo el mundo fuertes expectativas de investigación y desarrollo, con la finalidad de incorporarlas con mayor potencial y rentabilidad al proceso de oferta de producción de energía eléctrica; esto, sin duda alguna, beneficiará a México. De ahí que las instituciones de investigación también deberán coadyuvar con el sector eléctrico.

Siempre que se observa un horizonte de planeación a muy largo plazo, no puede soslayarse lo concerniente al uso de la energía nuclear para fines de producción de energía eléctrica. Aunque existe una regulación internacional para la diversificación de este estrato tecnológico, existen también fuertes presiones de grupos ecologistas que demandan mayor control tanto de la proliferación de centrales nucleoelectricas como de resguardo estratégico del desecho nuclear; pero también existen necesidades nuevas de uso de la energía eléctrica para fines de un desarrollo industrial en el marco de insumos energéticos tradicionales.



En este sentido el justo medio será producto del desarrollo que en la investigación en materia de energía nuclear se vaya logrando, así como de la evidencia de su rentabilidad y, muy importante, de la confiabilidad en los esquemas propios del ciclo nuclear empleado.

1.4. Acciones.

Para acceder a un futuro mejor en cuanto a la generación, será necesario, desde luego, una planeación estratégica en cuya visión se observen todas las actividades involucradas en el contexto del sector energético como un todo. Esto conlleva a posicionar el horizonte de planeación adecuado para garantizar una continuidad razonable de los escenarios y de los cursos de acción que se perfilen en un plan maestro.

Este plan maestro deberá trascender las fronteras de esquemas sexenales; en todo caso, dado el contexto político de nuestro país, deberá ser revisable y ajustarse a los escenarios del corto plazo sin abandonar la mística de seguir observando el largo plazo.

Desde el punto de vista del recurso humano, deberá prepararse un mayor número de investigadores en el ámbito de la ingeniería energética para observar el devenir tanto de oportunidades como de retos y amenazas, a fin de coadyuvar en la solución integral y anticipada.

Éste debe ser el soporte idóneo de la toma de decisiones del sector de la energía, el cual tiene a su cargo la sinergia de la eficiencia de los energéticos en el país y uno de los retos más estratégicos del mismo.

En el caso particular de la CFE, vía seminarios, congresos y alianzas estratégicas, planea estar siempre observando el devenir de sucesos tecnológicos, con la finalidad de permear a nuestro proceso lo capitalizable en materia de oportunidades y de hacerles frente a los retos y amenazas que se vayan dando, con la debida antelación y, desde luego, conscientes de nuestro papel en el desarrollo económico y social del país.



II. Transmisión.

II.1. Retos.

A medida que las poblaciones van creciendo, los centros de generación se ubican cada vez más alejados de los de consumo, lo que implica disponer de líneas de transmisión de energía eléctrica para hacer llegar este servicio a los consumidores.

Cada día es más difícil obtener la aceptación de las líneas de transmisión en zonas urbanas, por lo que la obtención de permisos para la construcción se torna difícil. Esto obliga a aprovechar los derechos de vía existentes. De igual manera, se hace necesario implementar proyectos que aumenten la capacidad de transmisión, aprovechando la infraestructura existente, ya sea aumentando la tensión de trabajo o el número de conductores o circuitos.

II.2. Tendencias.

Los sistemas de transmisión de energía eléctrica han sido desarrollados en corriente alterna, principalmente por la facilidad y bajo costo de transformación; sin embargo, en la transmisión a grandes distancias se presentan problemas de pérdidas y estabilidad, lo que hace que para esas condiciones los costos se incrementen. Como la necesidad de transmitir grandes cantidades de energía es cada vez más apremiante, en un futuro inmediato se contempla la necesidad de utilizar la transmisión en corriente directa, técnica que día a día se hace más competitiva. Además, se debe considerar la posibilidad de utilizar la técnica de compensación de líneas de corriente alterna en tiempo real en cualquier condición de carga. Todo para obtener beneficios a plazos corto y largo.



II.3. Futuro.

La tensión en la transmisión de energía eléctrica en los sistemas eléctricos de potencia han venido variando en los últimos 70 años a razón de un 3 % anual, lo que significa que para hacer frente a las grandes cantidades de energía, deberá seguir incrementándose a grado tal que próximamente deberá considerarse en México la posibilidad de utilizar otras tensiones de transmisión, como ya lo hacen otros países que transmiten en 800, 1 000 y 1 500 [kV].

Paralelo a ello, se ha incrementado también el número de conductores por fase, lo que hace suponer que en los próximos años se seguirá esta técnica.

Asimismo, se incrementará el uso de cables con aislamiento sólido y con gas SF_6 y probablemente se intensifique el uso de los superconductores.

II.4. Acciones.

En la actualidad, en el mundo tecnológico, que día a día se desarrolla a un ritmo sin precedentes, uno de los retos, sin duda, es hacer frente a un futuro de adelantos grandes en la transmisión de energía eléctrica.

Para ello es necesario participar en su mismo desarrollo, asimilando técnicas que nos permitan crear sistemas nuevos, dando relevancia a las nuevas aplicaciones, experimentando, y adquiriendo técnicas de punta que permitan que el sector eléctrico se modernice continuamente.

Un aspecto esencial que permitirá acceder al futuro desarrollo es la preparación de técnicos de nivel alto.



Esta actividad debe ser constante y creciente, obteniendo eficiencia y calidad, desarrollando tecnologías de punta acordes al sistema propio, sin olvidar que es fundamental llevar a cada consumidor la energía eléctrica con oportunidad, eficiencia, calidad y a un costo razonable.

III. Distribución.

III.1. Retos.

Hoy en día el problema principal del sistema de distribución es la carencia oportuna de los recursos económicos para hacer frente al crecimiento vertical y horizontal normal. También es importante la rehabilitación de las instalaciones que, por el tiempo en operación y los criterios con que fueron construidas, provocan, en algunas ocasiones, pérdidas de energía y deficiencias en el servicio. Sin embargo, es importante indicar que los pocos recursos económicos con los que se ha contado, han obligado a buscar que se apliquen donde se logre el mayor costo - beneficio, obteniendo una mejora sustantiva en la calidad del servicio y del suministro de la energía eléctrica; no obstante, se tiene que reconocer que cada día es más difícil lograr mejoras sin hacer las inversiones requeridas.

III.2. Tendencias.

La tendencia tecnológica de mayor aplicación es el automatismo de la operación de las instalaciones y de sus procesos directos e indirectos, así como la sistematización de la planeación. A este respecto se puede mencionar el automatismo de las subestaciones que, en forma inteligente y sistematizada, controlen y supervisen en tiempo real la operación y mantenimiento de las instalaciones; además, éste debe ligarse con el automatismo de la operación del sistema de subtransmisión y con el de la red de tensión media.



En paralelo con lo anterior, es importante mencionar el cambio que se está presentando en el campo de las protecciones eléctricas y de las telecomunicaciones, que propiamente están revolucionando y haciendo realidad una reducción del número de equipos e incrementando sustantivamente su confiabilidad.

Otra de las tendencias tecnológicas es la integración sistematizada apoyada en un mapeo geográfico digital, en el que se integran sistemas múltiples como la planeación a corto y largo plazo, la aplicación de programas de ingeniería al sistema de distribución, estudios de pérdidas, mantenimiento, atención de fallas, y los procesos comercial y administrativo, y que en conjunto representan una poderosa herramienta gerencial.

III.3. Futuro.

Es muy difícil pronosticar cómo será la distribución de energía eléctrica dentro de 50 años, basta analizar cuales han sido los avances de las cinco décadas últimas; se ha conocido el nacimiento de la televisión a color, las computadoras con todas sus generaciones, el hombre en la Luna, etc.

Sin embargo se vislumbra que en los inicios del siglo XXI la distribución de energía eléctrica será con instalaciones, con su operación, control y administración totalmente sistematizada, con esquemas aparentemente sencillos pero a la vez complejos.

Esta distribución también será realizada con un cuidado elevado en el impacto ambiental, buscando el uso eficiente y racional de la energía, utilizando equipo con materiales y tecnologías diferentes, como, por ejemplo, transformadores de estado sólido, equipo de protección de multifunción, adaptativa, de ajuste variable y automático, con una operación del sistema de distribución más confiable, de alta calidad de servicio, de operación y mantenimiento eficiente, optimando las inversiones con un concepto siempre presente de costo - beneficio y de productividad.



III.4. Acciones.

Actualmente la CFE está trabajando en la implantación del mapeo digital en las principales 64 ciudades del país, la obtención de atributos, el uso de programas de ingeniería aplicada al sistema de distribución.

Además en cinco ciudades opera un sistema de automatismo de la red urbana de distribución; se tienen automatizados 63 circuitos con 238 puntos de seccionamiento que han permitido reducir el tiempo de localización de fallas de dos horas a tan sólo dos minutos.

Se ha logrado sistematizar el diseño y proyecto de subestaciones implantando diseños de bajo perfil que disminuyen su costo, tiempo de construcción e impacto visual, en especial de las ubicadas en áreas urbanas.

IV. Nucleoelectricidad.

IV.1. Retos.

A casi 50 años de emplear la energía nuclear para generar electricidad existen, en 1995, 430 reactores con una capacidad instalada de 338 000 [MWe].

Estados Unidos cuenta con 109 reactores en operación y con una capacidad instalada de 99 000 [MWe] con la que genera el 21.2 % de su total de energía eléctrica; sin embargo, por sus programas de ahorro de energía y la generación de los productores independientes, aplazó o disminuyó sus programas nucleoelectrónicos. Francia ha sostenido su programa de crecimiento con reactores nucleares; a la fecha, tiene 57 reactores con 60 000 [MWe] y genera el 77.7 % del total de su energía.



Países de la cuenca del Pacífico están impulsando el uso de la energía nuclear: China, Japón, Corea del Sur y Taiwan soportan su estrategia de crecimiento con reactores nucleares; en estos países existen 63 reactores en operación y 17 en construcción.

En el caso de México, el reto de la *Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas* es impulsar el empleo de la energía nuclear para producir electricidad en forma segura, confiable y económica, sustentado en la operación exitosa de la central de Laguna Verde.

IV.2. Tendencias.

En los años últimos han surgido diseños nuevos de reactores que buscan simplificar su construcción y operación y hacerlos más eficientes y seguros. La CFE está pendiente del desarrollo de tales diseños, de hecho se mantiene en contacto con *General Electric* y *Westinghouse*, sus impulsores principales. Todos los reactores nuevos contienen avances y ventajas que los hacen competitivos entre sí, la selección de la mejor alternativa para el país se tendría que hacer mediante una evaluación técnica - económica muy detallada, una vez que se tome la decisión de instalar una central nueva.

IV.3. Futuro.

En relación con el futuro, la generación nucleoelectrica seguirá teniendo una participación importante dentro de las diversas fuentes de generación. Actualmente se produce por medios nucleares casi el 20 % de la electricidad del mundo; su participación en el futuro deberá ser mayor, ya que representa la única alternativa al uso de los combustibles fósiles para producir electricidad en gran escala; no produce emisiones de partículas ni gases que contaminen el medio ambiente; sus desechos se tienen confinados y controlados, y existe la capacidad tecnológica para su disposición definitiva de manera segura y sin afectar al medio ambiente.



IV.4. Acciones.

Lo más importante hoy es operar las unidades existentes con seguridad y eficiencia. Esto dará confianza a la población y le permitirá aceptar las bondades de la nucleoelectricidad.

Por otro lado, en México se requiere que los planes de desarrollo energético sigan considerando a la nucleoelectricidad como una opción viable; para esto se tienen que difundir tanto a las autoridades como al público en general no sólo las ventajas ecológicas y estratégicas de la nucleoelectricidad sino también su competitividad económica.

V. Modernización de Luz y Fuerza del Centro.

V.1. Retos.

Luz y Fuerza del Centro se encuentra inmersa en un mundo que se distingue por la complejidad y rapidez de su cambio permanente, producto de la globalización del mercado y de las necesidades crecientes sus usuarios de disponer de un servicio público de energía eléctrica que se distinga no sólo por su infraestructura sino, también, por su calidad y competitividad.

Para poder hacer frente a estas necesidades que el mercado le impone, se tiene que trabajar en varias líneas de acción para superar los retos siguientes :

- Reducción de pérdidas técnicas, abatiendo el valor actual superior al 13 %, para ubicarse en terrenos inferiores al 10 %.



- Automatización creciente de la red de distribución como vía tecnológica para mejorar de manera efectiva la calidad del suministro y la oportunidad de atención a las fallas e interrupciones.
- Rezago y saturación en el sistema de telecomunicaciones nacional. En este terreno se pretende integrar en un futuro próximo la red troncal de transporte de datos, aprovechando las oportunidades que brinda el hilo de guarda de nuestra red de transmisión, diseñando alianzas estratégicas con proveedores del servicio de telecomunicaciones a efecto de financiar este proyecto.

V.2. Tendencias.

Por lo que se refiere a las pérdidas, se tiene por delante un trabajo sumamente amplio en la administración de la demanda, así como en el desarrollo y especificación de equipos, transformadores y la red de pérdidas bajas.

Por lo que se refiere a la automatización de la red de distribución, no cabe duda que el problema a vencer es el de su equipamiento, ya que se requiere de equipo de seccionamiento susceptible de operarse desde los centros de operación; además estos equipos deberán incorporar los dispositivos de control y protección correspondientes.

En el área de las telecomunicaciones se trabaja en una red nueva de transporte de datos basado en fibra óptica alojada en los hilos de guarda (OPGW).

Esta aplicación tiene grandes posibilidades de desarrollo en nuestro sistema porque la red eléctrica de *Luz y Fuerza del Centro* cubre el centro del país y abarca ciudades importantes además de la ciudad de México, como Cuernavaca, Toluca, Pachuca, Tula y Tulancingo; por supuesto, dentro de la ciudad de México tiene una cobertura sumamente amplia.



Por lo que se refiere a los sistemas de información, se pretende rediseñar los sistemas actuales, de modo que aquellos procesos que hoy en día se ejecutan en un procesador central con consulta y captura de información también centralizada, se puedan realizar de manera desconcentrada, tanto en la captura como en el procesamiento y la consulta, y que además proporcionen información para el control y la planeación de los procesos, así como para la toma oportuna de decisiones, situación no contemplada en los sistemas actuales.

La informática actual provee de herramienta tecnológica y equipo para hacer de estos propósitos una realidad.

V.3. Acciones.

Las acciones que se piensan llevar a cabo para el futuro pueden resumirse en las siguientes: en primer término, implantar la organización administrativa de la entidad; en segundo, aplicar *reingeniería* a sus procesos para hacerlos acordes con las necesidades actuales; en tercero, efectuar un importante esfuerzo en capacitación para lograr el desarrollo tecnológico del personal, y en cuarto, concertar alianzas estratégicas que permitan financiar algunos de los proyectos mencionados, como por ejemplo el de la red de telecomunicaciones asociado al desarrollo informático de la entidad.

VI. Producción eléctrica de Luz y Fuerza del Centro.

VI.1. Retos.

Luz y Fuerza del Centro proporciona el servicio de energía eléctrica al Distrito Federal y parte de los estados de México, Morelos y Puebla, constituyendo una superficie de 20 531 [km²], que representa el 1.04 % del país.



En 1994, el consumo de energía eléctrica demandada por los 4.64 millones de usuarios registrados al día 31 de diciembre de 1994 fue de 29 000 [GW/h], equivalente al 21 % del consumo nacional.

Pronósticos realizados indican que para el año 2000, el consumo anual será de 36 500 [GW/h], y la demanda máxima de energía eléctrica será superior a los 6 300 [MW].

Por lo anterior, uno de los retos tecnológicos principales relacionados con la producción de energía eléctrica es incrementar la capacidad de generación en el área, que de acuerdo con los estudios de factibilidad correspondientes, se logra con cinco proyectos.

El plan incluye la modernización de las plantas "Necaxa" y "Jorge Luque", la primera incrementará su capacidad de generación hidroeléctrica de 199 a 310 [MW] y para la segunda se aprovechará su infraestructura termoelectrica haciendo la conversión a ciclo combinado, aumentando la capacidad de 224 a 753 [MW].

Además, se contempla la construcción de tres centrales nuevas de ciclo combinado, con una capacidad total instalada de 1 000 [MW]. La generación térmica, cumplirá estrictamente las normas técnicas ecológicas.

Los proyectos anteriores formarán parte de la prospectiva del sector eléctrico y permitirán adicionar 1 630 [MW] a la capacidad de generación del área, asegurando para el año 2000 conservar la operación confiable y de calidad en el suministro de energía eléctrica de la zona metropolitana de la ciudad de México y de las ciudades de Toluca, Pachuca y Cuernavaca.

Otro de los retos tecnológicos es la administración en tiempo real de los procesos de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, lo que se logra a través de centros de control de energía estructurados con herramientas informáticas que capturan constantemente sus variables y estados de equipos y permiten la interacción del personal de operación, además de realizar acciones de control en lazo cerrado. Actualmente, se tienen en operación tres estaciones maestras de control.



La primera, en servicio desde 1984, soporta la operación del *Área de Control Central*, o sea la red troncal de 400 / 230 [kV], y es un sistema acoplado con el del *Centro Nacional de Control de Energía* de la CFE, coordinador de las ocho áreas de control del sistema nacional interconectado.

La segunda, en operación desde 1976, es responsable de 33 subestaciones del área metropolitana operadas a control remoto.

La tercera está funcionando en la ciudad de Toluca y fue desarrollada por el *Instituto de Investigaciones Eléctricas*, bajo promoción de *Luz y Fuerza del Centro*, para iniciar la estructuración informática de la zona. *Luz y Fuerza del Centro* está a punto de iniciar la puesta en servicio de un sistema poderoso del tipo abierto, que representará un cambio tecnológico de vanguardia, mismo que sustituirá al sistema antiguo de control instalado en 1976.

El sistema será de los primeros en operación en el mundo y cuenta con dos estaciones maestras de control interoperando, que soportarán su adquisición de datos y control en tiempo real de cinco frentes de comunicaciones, tres de los cuales serán nodos concentradores remotos, ubicados estratégicamente con el fin de enlazar las terminales para la captura de información en las subestaciones y ejecutar el telecontrol. El sistema corresponde a una red de área extendida; incluirá un sistema experto de alarmas en una de sus estaciones maestras y un sistema de información geográfica en la otra, ambas con funcionalidad en tiempo real.

VI.2. Tendencias.

Dentro del plan informático para operar el sistema eléctrico, *Luz y Fuerza del Centro* sistema aplicar estructuras abiertas de cómputo en red, con la ventaja de poder distribuir su capacidad de procesamiento tanto como sea necesario, permitiendo utilizar productos de fabricantes diferentes, lo que será benéfico también al facilitar su adición y actualización oportuna.



Como aplicaciones se visualiza la inclusión de sistemas expertos que manejen en tiempo real los tres escenarios de un disturbio, el procesamiento inteligente de alarmas, la localización experta de fallas y la restauración.

VI.3. Acciones.

Debido a las condiciones energéticas del sistema eléctrico de *Luz y Fuerza del Centro*, se han implementado acciones para disminuir los efectos del desbalance entre la demanda y la generación local.

Por un lado, la construcción de enlaces nuevos por parte de la CFE para robustecer la infraestructura de transmisión disponible y, por otro, las medidas para el control de voltaje adoptadas por *Luz y Fuerza del Centro*. Además, se está trabajando con el *Centro Nacional de Control de Energía* en un proyecto de actualización tecnológica de la plataforma informática de control nacional, adecuándola a los requerimientos operativos nuevos y futuros, de seguridad y de economía.

3.4.3. La industria de las manufacturas eléctricas.

Entre los principales problemas que afectan a este sector se encuentran: la caída vertical de las compras de la CFE a la industria nacional, lo cual ha causado una desocupación seria de los factores de la producción; la recesión de la economía del país, que ha agravado la situación descrita anteriormente; el aumento desmedido de las importaciones que pasaron de 2 028 millones de dólares en 1989 a 5 052 millones de dólares en 1994, elevando el déficit comercial del sector de 530 millones de dólares en 1989 a 2 338 millones en 1994; a junio de 1995 el déficit comercial era de 443 millones de dólares.



El ejercicio del *Tratado de Libre Comercio* ha producido un déficit comercial con Estados Unidos de 1 757 millones de dólares en 1994 y de 58 millones de dólares con Canadá durante el mismo periodo, lo cual ha deteriorado aún más la situación del sector. Por todo lo anterior muchas empresas se han convertido en comercializadoras de productos importantes y otras han cerrado. Las que se mantienen "vivas" lo logran con muchas dificultades, limitaciones financieras y recortes de personal.

Por otra parte las tendencias tecnológicas que tienen mayor posibilidad de seguirse para ampliar la participación de la industria eléctrica nacional en el sector eléctrico son:

- ♣ Optimizar las tecnologías de procesos productivos de motores eléctricos arriba de 300 [hp] y hasta 12 000 [hp] y modernizar sus cadenas productivas y de comercialización.
- ♣ Aumentar la capacidad eléctrica en las plantas de luz y de los generadores de electricidad, mejorando sus costos.
- ♣ Introducir la técnica electrónica en los balastos y fabricar focos y luminarias de bajo consumo de corriente y fuerte luminosidad.
- ♣ Lograr una mayor eficiencia en la fabricación y operación de transformadores de potencia y hacer más livianos los de distribución y que generen menos pérdidas.
- ♣ Realizar estudios buenos para una sustitución eficiente de importaciones de partes componentes de equipos diversos, según selecciones de los fabricantes, principalmente de equipo de protección, seguridad y control, en tensión alta, baja y mediana.

Sin embargo, si las políticas del *Gobierno Federal* en relación con el sector eléctrico no cambian (contracción presupuestal nacional y favorecimiento a las compras en el extranjero) la participación de las manufacturas eléctricas se irán minimizando hasta llegar a tener un volumen no significativo.



El presidente de la *Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas* (CANAME), el Ing. Salvador Palafox Trujillo, asegura que en estudios realizados por la *Subcomisión de Competitividad* de la *Comisión Consultiva Mixta de Abastecimientos del Sector Eléctrico* (CCMASE), durante 1994 y principios de 1995, quedó demostrado que la mayor parte de los productos que fabrica la industria nacional de manufacturas eléctricas son competitivos en calidad y precio con los importados.

Pero el problema básico no está ahí, sino en los financiamientos, con los cuales cuentan ampliamente los importados y los nacionales no.

Los nacionales gozan de un crédito caro que los saca de competencia, además de que actualmente, por la crisis, la mayoría de las empresas nacionales no tienen liquidez.

Así, para lograr competitividad se requiere de créditos baratos al comprador y de liquidez suficiente de las empresas proveedoras. De lo contrario, el círculo vicioso de competitividad - financiamiento - liquidez no se romperá y México seguirá atado a la importación.

3.4.4. El futuro de la generación, la transmisión y la distribución de la energía eléctrica.

La generación eléctrica mundial se enfrenta a varias encrucijadas.

Una de ellas es un crecimiento muy grande de la demanda pero con limitaciones de capitales para construir instalaciones y con políticas más estrictas tanto en lo que respecta al mejor uso de los recursos naturales como a la preservación del medio ambiente. Esto ha motivado la búsqueda de soluciones tecnológicas que ayuden a superar dicho desafío, así como de nuevas formas de vida y de consumo orientadas más a la conservación de nuestro hábitat que al desperdicio.



Electricidad mediante combustibles fósiles.

En la actualidad, cerca de las dos terceras partes de la electricidad mundial se genera con combustibles fósiles. Todo parece indicar que esta situación no cambiará en las próximas décadas. Como se sabe, el problema al respecto es la preservación de los recursos petroleros y la reducción de los efectos ambientales que ocasiona su combustión.

El problema principal que tendrán que resolver las empresas eléctricas del mundo en los años próximos será quemar eficiente y limpiamente los combustibles fósiles, principalmente el carbón y los residuos de la refinación del petróleo.

La generación eléctrica en México dentro de 30 años ofrecerá el escenario siguiente: el 50 % será con combustibles fósiles; el 30 % será con hidroelectricidad; y el 20 % restante, con nucleoelectricas.

Ante este panorama y la preocupación mundial por limitar la producción de dióxido de carbono, así como de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, los estudios para encontrar cada vez formas más eficientes y limpias de quemar los combustibles seguirán siendo de suma importancia.

En México, dos de las vertientes al respecto son quemar combustibles más limpios con cierto grado de desulfurización o modificarlos, por ejemplo, emulsificándolos para mejorar la atomización y reducir la producción de partículas no quemadas y de compuestos de nitrógeno.

Otra de las opciones en la que a nivel mundial se tienen muchas esperanzas es la gasificación. Este es el proceso mediante el cual el combustible reacciona con oxígeno o aire dentro de un recipiente a presión donde se produce un gas sintético formado por monóxido de carbono e hidrógeno.



Este gas se usa entonces como combustible en un ciclo Brayton. Si, además, este ciclo se combina con un ciclo Rankine convencional, la eficiencia resultante aumenta considerablemente y se producen menos compuestos contaminantes.

En la actualidad hay una gran expectación en todo el mundo respecto a los resultados de una planta de gasificación de demostración instalada en Holanda, porque de ahí se obtendrán experiencias muy valiosas para afinar esta tecnología y conseguir tal vez una reducción considerable de gases contaminantes a la atmósfera en los años próximos.

La diversificación de las fuentes de generación es otro de los puntos donde se debe centrar la atención.

En el futuro energético de México es muy probable que, junto con la nucleoelectricidad, se recurra al carbón.

Se estima que las reservas petroleras durarán aproximadamente 50 años, en tanto que las de carbón en el mundo pueden llegar a 250 años. Asimismo, la tecnología actual permite que prácticamente no se emitan a la atmósfera los productos de la combustión de este mineral.

En general se observa que se mantendrá la tendencia actual de mayor participación de los combustibles fósiles, y que la decisión final sobre los energéticos del futuro dependerá evidentemente de la tecnología más limpia y económica, antes de que se logren avances para explotar comercialmente otras tecnologías como la fusión nuclear.

Fuentes no convencionales.

La comunidad internacional coincide en que es difícil que el escenario actual de la producción mundial cambie de manera significativa en las siguientes décadas en lo que respecta a la participación de las fuentes con que se genera la electricidad.



Sin embargo, las presiones por la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales también están impulsando esquemas con una participación mayor de las fuentes no convencionales (sol, viento, biomasa y pequeñas caídas de agua), que algunos piensan podrían ser las fuentes de los próximos siglos, si la humanidad da un giro en su forma de usar la energía.

La conciencia creciente por el cuidado del hábitat humano se está enlazando a otro hecho importante: la inoperabilidad de los esquemas grandes centralizados, que los países en desarrollo ya no pueden seguir a expensas de su soberanía.

Otro punto en contra del esquema actual es la limitación en la capacidad de extracción y refinación de los recursos energéticos convencionales, por lo que tal vez sea más conveniente conservarlos como elementos estratégicos de negociación futura que quemarlos ahora y contaminar.

La sociedad debe cambiar si quiere un mejor futuro y las fuentes no convencionales son una alternativa viable para apoyar este cambio, no sólo en lo tecnológico sino también respecto a la evolución de la sociedad hacia un estilo de vida diferente.

La oferta de energía eléctrica va a integrarse por un mosaico de opciones, donde la nucleoelectricidad puede tener una participación importante a escala mundial, pero a la larga la generación eléctrica va a ser predominantemente fotovoltaica en los sectores doméstico y de servicios.

La nucleoelectricidad o las grandes centrales serán importantes donde se requiera una potencia grande. Habrá generación centralizada para consumidores grandes, y plantas más pequeñas con generación distribuida, con capacidades de 30 [MW] o menos, predominantemente basadas en fuentes locales de energía, incluidas las no convencionales, para centros de consumo menores. Así por ejemplo, la basura se utilizará para generar la electricidad que requerirán servicios públicos como el alumbrado, por ejemplo.



También veremos la microgeneración, miles y miles de generadores fotovoltaicos en el techo de las casas, máquinas eólicas en centros agrícolas y parques industriales donde el recurso del viento sea abundante.

El sistema eléctrico del futuro, posiblemente, será una mezcla de centrales grandes que surtirán cargas grandes a distancias cortas, coexistiendo con centrales pequeñas de generación distribuida y cientos de miles de unidades de microgeneración en fuentes no convencionales.

Instrumentación y control en centrales generadoras.

En el siglo próximo habrá mucho que hacer en el corazón de las centrales generadoras, los cuartos de control, para superar el reto de una generación más eficiente y limpia.

Los avances en la computación aunados al desarrollo en otros campos como la modelación matemática contribuirán notablemente en este sentido. Una de las áreas de mayor avance será la relativa a estrategias de control avanzadas.

Una desventaja grande de los sistemas de control actuales de las centrales termoeléctricas es la dificultad para implementar innovaciones con sistemas digitales, pues la mayoría de estos se construyeron con sistemas de instrumentación y control basados en tecnología neumática y electrónica analógica.

Se piensa utilizar otros diseños que incrementen la eficiencia, confiabilidad y vida de servicio de las plantas, utilizando control inteligente, control experto, difuso, robusto y predictivo. Todas son estrategias de control modernas con algoritmos muy complicados, que se basan en ecuaciones matemáticas que hacen posible mantener, con una rapidez mayor, los valores de las variables que determinan el proceso en los valores preestablecidos para la operación óptima.



Los sistemas de instrumentación y control del futuro incorporarán matemáticas más avanzadas y dejarán de lado los tableros para dar paso a monitores de computadora interactivos.

También serán comunes la comunicación por voz, y el control automatizado y técnicas de multimedia y realidad virtual para apoyar el control.

Ahorro de energía.

Es evidente que cuidar los recursos y preservar el medio ambiente debe interesarle a toda la gente. Y también lo es que la conciencia respecto al ahorro de energía será determinante en ambos aspectos en los años próximos.

Hasta los inicios de la década de los setenta, la oferta de energía eléctrica era exclusivamente función de la demanda. Dicho en otras palabras : si se requería más, se instalaba más.

Sin embargo, debido a los altos costos de los suministros, las dificultades y restricciones para construir nuevas instalaciones y la oposición de los usuarios a los precios altos de la energía eléctrica, las empresas eléctricas han cambiado su forma de planeación de la demanda.

En la actualidad a este aspecto se le conoce con el nombre de *Planeación Integral de los Recursos*, lo cual no es otra cosa que enfrentar las necesidades de energía eléctrica a través de cualquiera de las alternativas siguientes : construir plantas nuevas de energía; comprar electricidad a otra empresa eléctrica que tenga en exceso capacidad instalada y revenderla; realizar mejoras a la producción y optimación en generación, transmisión y distribución para tener menos pérdidas; implementar programas que mejoren la eficiencia del uso de la energía eléctrica por el lado del usuario, es decir, hacer administración del lado de la demanda, y analizar opciones de venta y precio del fluido eléctrico.



Es indudable que un paso importante en el futuro será, tanto el desarrollo tecnológico, como sensibilizar a los usuarios acerca de la necesidad de ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía, si, además de disfrutarla, se desea contar con recursos naturales mayores y minimizar los daños al medio ambiente.

3.4.5. Las fuentes de energía renovables y la electrificación rural ¹.

Las fuentes de energía renovables son una contribución importante al suministro energético de Latinoamérica, en particular como solución a la problemática de la electrificación rural.

La energía consumida por los países Latinoamericanos forma parte del 30 % de la energía utilizada por los países en desarrollo; estos países, al presentar un crecimiento económico continuo en las siguientes tres décadas, formarán parte del 50 % de la energía utilizada por los países en desarrollo a nivel global.

Alrededor de las dos terceras partes de la población vive sin electricidad, constituyendo grupos humanos en crecimiento que tienen necesidades sentidas de servicios básicos, tales como : iluminación, agua, salud y educación, así como también, deseos comprensibles de poseer bienes de consumo como los siguientes : radios, televisores y artefactos eléctricos, todo lo cual incrementa la presión sobre los gobiernos locales para cubrir la demanda de electricidad.

Los gobiernos, aún conociendo esta realidad, se ven incapacitados para emprender proyectos costosos de construcción y operación de plantas eléctricas centralizadas con su infraestructura respectiva.

¹ Ing. Jaime Yumiseva, 1995. El Ing. Yumiseva ha desempeñado cargos públicos de importancia en el área energética para el gobierno del Ecuador. Posee un título de *Master en Ingeniería Industrial* de la Universidad de Columbia.



Por ello, la población que no está servida por los sistemas de generación de fuerza eléctrica existentes debe encontrar otras formas de satisfacer sus necesidades de electricidad.

Importancia de la energía renovable.

Se plantea, entonces, la utilización de energías descentralizadas, que no se agotan, que contribuyen a mejorar la protección ambiental, sin ninguna dependencia de energías importadas, ideal para zonas rurales. Se trata del aprovechamiento de la energía solar, del viento, la biomasa y el agua; de ellas puede generarse una multitud de usos.

Los proyectos de energía renovable son una contribución cada vez más importante al suministro energético de estos países. Por fortuna, las tecnologías de energías renovables se han beneficiado de los avances de la electrónica, la biotecnología y las ciencias de los materiales.

Es de esperar, por ejemplo, que la gasificación de la biomasa/producción de electricidad en turbinas de gas, por separado o en cogeneración, producirán electricidad a un costo comparable al de la producción de energía basada en carbón.

Considerando que el tamaño de la mayoría del equipamiento es pequeño, el desarrollo y la utilización de las tecnologías de energía renovable pueden avanzar más rápidamente que las tecnologías convencionales.

Las instalaciones grandes necesitan construcciones importantes en el terreno, donde la mano de obra es cara y la productividad difícil de conseguir, en tanto que la mayoría del equipo renovable puede ser construido en fábrica donde es fácil aplicar técnicas modernas de manufactura que contribuyen a la reducción de costos. El tiempo que se requiere para la construcción y la puesta en marcha es breve debido a la escala pequeña del equipamiento.



Las tecnologías y las fuentes de energía renovables.



Hidráulica.

La energía hidráulica en escala pequeña es una opción muy interesante para muchos países de Latinoamérica. La tecnología está probada y los proyectos emprendidos en varios países han sido viables económicamente y aceptables desde el punto de vista del medio ambiente.



Condiciones para instalar centrales hidráulicas pequeñas (PCH) se encuentran en el Centro y el Sur de América, donde existen sistemas fluviales identificados para este propósito; por ejemplo, los países andinos tienen estudios realizados e inclusive programas en marcha que aprovechan los ríos que nacen en las laderas de la Cordillera de los Andes. Igualmente, México, tiene una lista de trece proyectos hidráulicos pequeños en fase de estudio o de factibilidad. En Bolivia existe disponibilidad de recursos hídricos aprovechables en microcentrales hidráulicas (hasta 50 [kW]) o en minicentrales hidráulicas (hasta 500 [kW]). Chile tiene un programa agresivo de electrificación rural que contempla un requerimiento de 300 millones de dólares en equipos de energía renovable, especialmente centrales hidráulicas pequeñas, para cumplir con la electrificación del área rural hasta el año 2000; para entonces el desarrollo hidráulico de Chile llegará a un total de 1.3 billones de dólares.

Solar.

El Sol ha sido considerado todo el tiempo como el símbolo de energía y vida. Como fuente de energía ha encontrado usos múltiples y servicios a precios competitivos e incidencia mínima en el medio ambiente. Las aplicaciones principales han sido como calor solar en sistemas de calentamiento de agua y de aire; y, como luz solar en sistemas fotovoltaicos (FV). Estos sistemas se caracterizan por emplear como elemento receptor de energía un colector o panel solar. Muchos países, en especial los que están cerca de la línea ecuatorial, tienen niveles altos de brillo del Sol durante todo el año y hay localidades en que este es el único recurso energético disponible. Los sistemas de calentamiento de agua están difundidos ampliamente en Latinoamérica desde tiempo atrás, sobre todo en las ciudades en donde el servicio eléctrico público es caro y no es confiable, a tal punto que se han establecido mercados de tamaño apreciable con sus empresas de abastecimiento respectivas, las cuales han desarrollado una tecnología propia o la han adquirido de otros países para adaptarla de acuerdo a sus necesidades, materiales disponibles y, por supuesto, a la capacidad de los recursos humanos con los que se cuenta.



Hay empresas extranjeras que han proporcionado el "know how" o que venden partes y piezas para su fabricación. México utiliza el calor solar para el calentamiento del agua, no solamente para uso residencial, sino para la industria del turismo; la contribución de este recurso energético irá en aumento a medida que se desarrolla este sector.

En algunos países de la región la electricidad es subsidiada, lo que hace que un calentador solar no sea tan atractivo desde el punto de vista financiero.


Aún siendo rentable su adquisición, el ahorro efectivo es relativamente pequeño para un grupo consumidor que tiene ingresos aceptables. Esta es la razón por la que algunos gobiernos, para fomentar su uso, hayan establecido incentivos y rebajas en los impuestos a los usuarios de calentadores solares, que van desde el 5 al 50 % en colectores domésticos.

Igualmente, la energía fotovoltaica ha tenido desarrollo inusitado en los años últimos, tiene aplicación en servicios básicos como bombeo de agua, iluminación, refrigeración y comunicación.

Los sistemas fotovoltaicos parecen estar diseñados especialmente para uso en zonas rurales que no tienen acceso a las redes de distribución eléctrica centralizada, como es el caso de México, República Dominicana y Honduras, en donde se han instalado miles de sistemas pequeños de iluminación fotovoltaica.

Parece también que esta tecnología está dirigida a mejorar el estándar de vida rural porque provee energía para operar un radio, una televisión o para activar una lámpara para iluminación.

En México, en la actualidad los radio transmisores operados con celdas fotovoltaicas en clínicas rurales se cuentan ya por cientos. En algunas áreas de Brasil y México, las mismas compañías de servicio eléctrico están instalando sistemas fotovoltaicos en domicilios rurales a costos relativamente menores que los que tuvieran que incurrir si extendieran las redes de servicio nacional.



Concretamente en México el número de teléfonos rurales operados con energía solar rebasa los 12 000 y el mercado crece a tal punto que varias empresas iniciaron la manufactura de varios equipos, como controladores de carga y balastos electrónicos para las lámparas.

El *Programa Nacional de Solidaridad* (PRONASOL) adjudicó a *Condumex* una licitación para aplicaciones fotovoltaicas en el Estado de Chiapas por 5 millones de dólares.

Se están implementando sistemas híbridos (generadores fotovoltaicos, viento, combustible) para aplicaciones productivas de cierto tamaño en comunidades no conectadas a las redes nacionales, como los de irrigación en Brasil, México, Chile y Argentina.

Un sistema novedoso fue el de recargo de baterías para radios y tocacintas, como también para energizar estaciones repetidoras de microondas, uniendo así los sistemas nacionales de comunicación de Brasil y Bolivia.

En México cuando se privatizó *Teléfonos de México* (*Telmex*), los inversionistas accedieron a mejorar el sistema de telecomunicaciones en zonas rurales con sistemas fotovoltaicos.

Biomasa.

Las dos tecnologías de biomasa a gran escala son las que se utilizan para cogeneración y producción de alcohol. Otras tecnologías prometedoras incluyen las plantas de biogas, el gas procedente de desechos enterrados y la fabricación a gran escala de briquetas de biomasa.

En lo que respecta a la cogeneración, México tiene en marcha el *Programa de Desarrollo de Cogeneración de la Biomasa* con el fin de aprovechar sus excedentes de cosechas y los desperdicios de biomasa de la madera, como también los residuos de caña de azúcar y aserraderos.



Prácticamente en todos los países de Latinoamérica se utilizan sistemas de producción partiendo de la biomasa, en hornillos ineficientes, inseguros y malsanos; la producción de hornillos más eficientes representaría un gran paso para mejorar las condiciones de vida de la gente más pobre.

Brasil es pionero en el uso de alcohol como combustible de vehículos. El alcohol etílico o etanol se obtiene de la destilación de líquidos concentrados derivados de la fermentación de materias vegetales; en Brasil, la materia prima es la caña de azúcar y se está experimentando con mandioca y otras plantas.

La producción de carbón con fines industriales para fabricación de hierro y acero existe en Brasil, en tanto que, la energía basada en el uso de la madera para uso industrial y para cubrir necesidades de energía eléctrica en zonas rurales, se encuentran en estudio en Costa Rica y República Dominicana. Plantas de biogas han sido objeto de experimentación como programas piloto en varios países; Ecuador tiene un programa de 50 plantas de este tipo.

Geotérmica.

México está a la cabeza de los países que desarrollan y explotan fuentes de energía geotérmica en el mundo. El 2.5% (29 205 [MW]) de la capacidad instalada de generación eléctrica en este país proviene de estas fuentes.

La *Comisión Federal de Electricidad* tiene un programa de expansión de capacidad de generación de 14 439 [MW] hasta el año 2003, el mismo que puede ser desarrollado por el sector privado. La capacidad puede incrementarse si, como se espera, se utilizan tecnologías de cogeneración y trigeneración para sistemas comunitarios o complejos industriales. Firmas de Estados Unidos ya están entrando en este mercado que ha estado dominando por firmas de Japón e Italia.



Plantas geotérmicas en operación existen en El Salvador, Nicaragua y Argentina, en tanto que, estudios y programas de generación se llevan a cabo en casi todos los países de la región.

Se anticipa que la capacidad instalada de generación geotérmica se duplicará en los próximos cinco años y la participación de inversionistas privados que aporten capital y tecnología será cada vez mayor.

Eólica.

Argentina es uno de los primeros países en el mundo que ha aprovechado la energía del viento.

La industria de los molinos de viento comenzó hace más de 100 años y en 1990 tenía en operación más de 60 000 unidades. La utilización de la energía eólica para bombeo de agua y molienda de cereales está generalizada en las fincas del sur de Argentina. Una docena de compañías producen 2 000 molinos de viento por año para uso dentro del país y para la exportación, especialmente a los Estados Unidos.

Aspecto interesante es la no intervención del gobierno en el desarrollo y en la comercialización de esta tecnología renovable, lo que ha permitido establecer industrias orientadas a la exportación.

En realidad, el aprovechamiento de la energía eólica no es una tecnología nueva en Latinoamérica; prácticamente todos los países incluyen esta tecnología en sus programas de desarrollo de energías renovables; lo que los hace diferentes es el grado de avance.

En Brasil, por ejemplo, firmas estadounidenses entregan turbogeneradores para sistemas híbridos de generación eléctrica.

México está desarrollando un proyecto eólico de cogeneración en Nuevo León con la intervención del gobierno como accionista minoritario.



Programa global para la región.

El uso de tecnologías de energías renovables en América Latina y el Caribe, como complemento de las redes nacionales de distribución eléctrica o fuera de ellas, está siendo promovido y fomentado principalmente por la organización denominada *Energías Renovables en las Américas (REIA)*, la cual fue conformada oficialmente en Puerto Rico en 1994 con la firma de su estatuto por parte de 15 naciones de Latinoamérica y el Caribe.

Actualmente la organización está integrada por un grupo de trabajo internacional que está definiendo prioridades y estrategias para cumplir su objetivo por medio de la *Secretaría Técnica*.

REIA está lista para brindar su contingente a largo plazo mediante su participación en sociedades de desarrollo para acelerar la adopción de tecnologías de energías renovables. Su actividad está ligada a promotores de proyectos, financistas, compañías de servicio eléctrico, gobiernos y organizaciones sin fines de lucro, con el fin de alentar y sustentar proyectos viables, a la vez que, a ayudar a fijar estrategias de índole política, financiera e institucional, para el uso de energías renovables en el hemisferio.

3.4.6. El mercado y la expansión del sector eléctrico en México.

La *Comisión Federal de Electricidad (CFE)* fue creada en 1937 por el gobierno de México con el objetivo básico de organizar y dirigir el desarrollo nacional del sistema de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, con base en principios técnicos y económicos orientados a servir los intereses públicos y como una organización no lucrativa.



En 1960, el gobierno empezó el proceso de adquisición de la infraestructura existente de las compañías eléctricas de inversionistas privados, iniciando, al mismo tiempo, el proyecto para la integración legal, financiera, administrativa y del proceso operacional, asignando además a la CFE, la responsabilidad de suministrar el servicio público de energía eléctrica.

En el área técnica se dieron dos avances importantes para construir el *Sistema Interconectado Nacional*, estos fueron :

- a) la unificación de frecuencia a 60 [Hz], concluida en 1976, y
- b) la interconexión del *Sistema Central*, terminada en 1978.

Actualmente sólo la península de Baja California permanece aislada de la red eléctrica principal que interconecta al resto de la nación con líneas de transmisión de alto voltaje de 400 y 230 [kV].

En diciembre de 1992, la *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica* fue modificada para permitir la participación del sector privado en el proceso de generación de energía eléctrica. Con la ley nueva, se espera que la mayoría de las adiciones de capacidad de generación, requeridas para hacer frente al crecimiento de la demanda, serán suministradas por productores independientes.

Al final de 1994, la capacidad instalada en México era de 31 649 [MW]. Así, el 54 % de esta capacidad está integrada por unidades de vapor convencional, unidades de ciclo combinado, y turbinas de gas que utilizan combustóleo, gas natural y diesel, respectivamente.

El 28.8 % de la capacidad instalada es hidroeléctrica, localizada principalmente en el sureste de México, el 6 % es capacidad que utiliza carbón, el 6.7 % de la capacidad está constituida por unidades duales diseñadas para quemar combustóleo o carbón importado, el 2.4 % es geotérmico, y el 2.1 % restante es nuclear.

En julio de 1995 la capacidad se incrementó en 995 [MW] al entrar en operación las unidades siguientes :



1. Nuclear : unidad 2 de Laguna Verde de 675 [MW].
2. Termoeléctrica convencional : Juan de Dios Batiz (*Topolobampo II*), con las unidades 1 y 2 de 160 [MW] cada una.

En 1995 se autorizó iniciar la construcción de la planta de ciclo combinado de *Samalayuca II*, que consta de tres unidades de 173 [MW] cada una. Este proyecto se pondrá en operación en 1997.

Por otra parte, se encuentra en proceso de licitación la construcción de lo que será el primer proyecto de producción independiente de energía eléctrica en México. Este proyecto se conoce como *Mérida III* y consistirá de dos unidades de ciclo combinado de 220 [MW] cada una.

La *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica* aprobada el 23 de diciembre de 1992 es el marco legal que establece la posibilidad para la participación de inversionistas privados en el proceso de generación eléctrica a través de los esquemas siguientes :

Participación del sector privado en la generación de energía eléctrica:

- ☞ Autoabastecimiento.
- ☞ Cogeneración.
- ☞ Producción pequeña < 30 [MW].
- ☞ Producción independiente > 30 [MW].

Todos estos esquemas requieren de un permiso que, si cumple con todos los requerimientos, es otorgado por la *Secretaría de Energía*. La ley también permite a las compañías privadas la importación de capacidad y energía eléctrica para propósitos de autoabastecimiento y la construcción de una central eléctrica para exportación de energía. De acuerdo con la legislación anterior, la CFE es responsable del *Servicio Público de Energía Eléctrica*, que incluye su generación, transmisión y distribución, así como de la planeación y la operación del *Sistema Eléctrico*, pero existen posibilidades limitadas de participación de los particulares en programas de autoabastecimiento y cogeneración.



Así, los objetivos de las *Reformas a la Ley (1992)* son, entre otros, los que se enuncian a continuación :

- Crear un marco jurídico para promover la participación de particulares en el proceso de generación de energía eléctrica.
- Conservar para el Estado en forma exclusiva la prestación del servicio público de energía eléctrica.
- Satisfacer la demanda de energía eléctrica de los usuarios del país al menor costo posible, garantizando la estabilidad, calidad y seguridad de este servicio público.
- Permitir servicios de transmisión a particulares para su autoabastecimiento, importación o exportación de energía eléctrica.

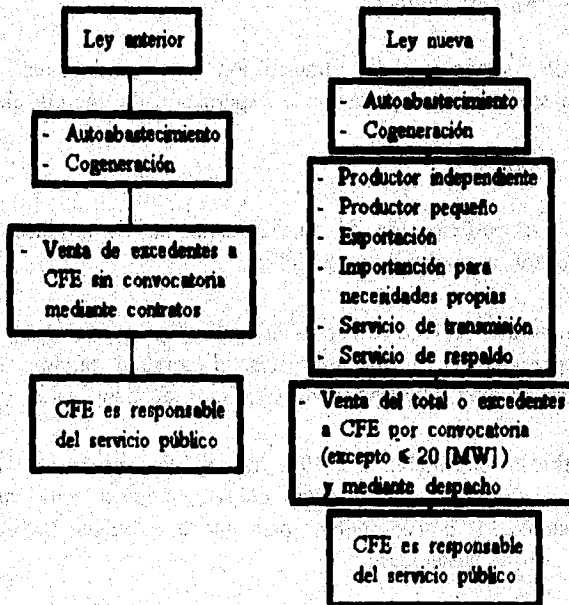
Esta reforma :

- ▲ Permite la participación de nuevos esquemas de producción externa, importación, exportación y servicios.
- ▲ Menciona que la CFE conserva la planeación y operación del sistema y proporciona en forma exclusiva el servicio público de energía eléctrica, además de proporcionar servicios de transmisión y respaldo.
- ▲ Permitted la expedición en 1993, de un *Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica* nuevo que actualiza y transparenta los procedimientos para que la inversión privada concorra al proceso de generación.

En el esquema de la página siguiente se muestra la comparación de la legislación anterior con la nueva.

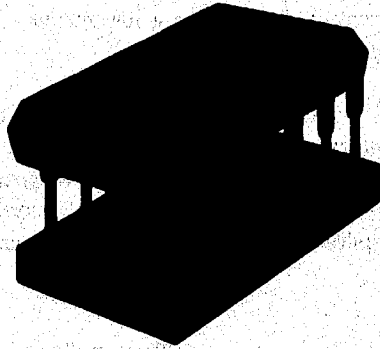


Comparación entre legislaciones del *Servicio Público de Energía Eléctrica.*





3.5. Ingeniería electrónica y computación.



3.5.1. Ingeniería de las máquinas microscópicas.

Actualmente, los procesos de fabricación electrónica pueden producir dispositivos para el almacenamiento de datos o una fábrica química en un *microchip*.

Sistemas microelectromecánicos (MEMS), es el nombre que se da a los dispositivos fabricados combinando componentes mecánicos y electrónicos miniaturizados. Los MEMS son fabricados utilizando procesos de manufactura que son similares (en algunos casos) a los que se usan para la fabricación de componentes electrónicos.

Un instrumento microelectromecánico consiste de un motor y una punta. La punta suspendida es visible sobre la estructura, en el centro del motor. Los motores, los cuales pueden medir 200 micras por lado (no más que el ancho de 2 cabellos), pueden manejar puntas para leer y escribir datos.

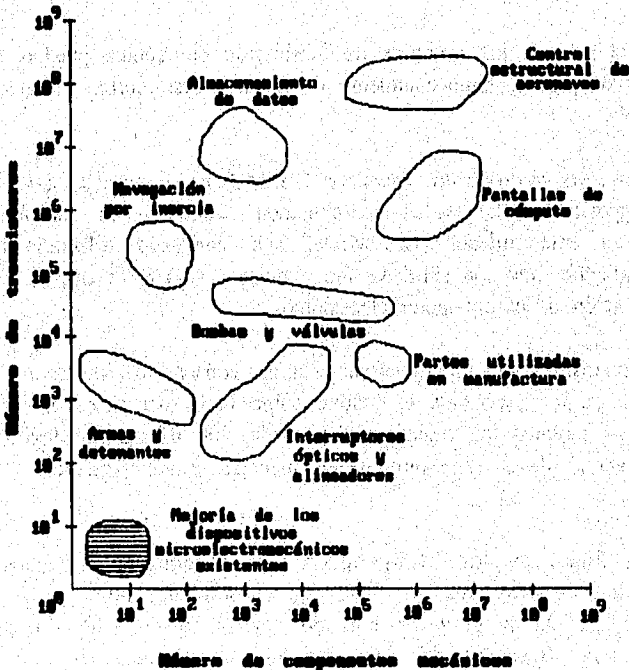
El futuro de los MEMS puede ser vislumbrado a través de la observación de proyectos que han sido consolidados durante los 3 años pasados bajo un programa promovido por la *Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada del Departamento de Defensa de los Estados Unidos*.



La evolución de las máquinas y los sensores pequeños demuestra que, si se integran muchos de estos circuitos electrónicos, se proporcionará una ventana muy grande a los mundos del movimiento, el sonido, del calor, y de otras fuerzas físicas.

En la gráfica siguiente, el eje vertical muestra la habilidad de procesamiento de la información, el eje horizontal indica la habilidad del dispositivo para percibir y controlar. El área rayada representa los dispositivos que ya han sido desarrollados; las áreas blancas muestran las aplicaciones futuras más notables para la tecnología.

Tendencias en los sistemas microelectromecánicos





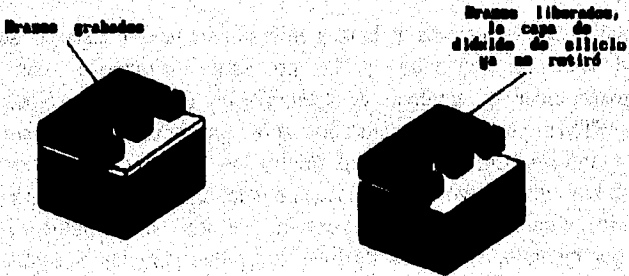
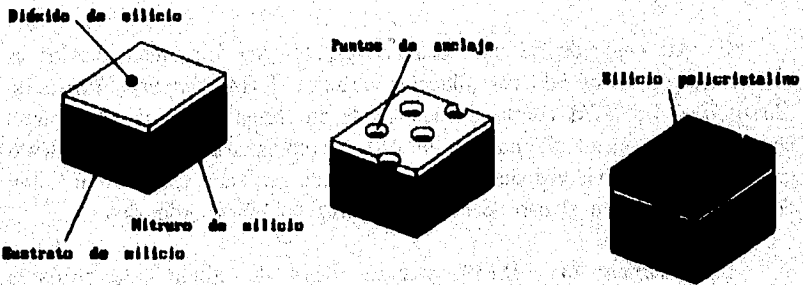
En la fabricación de los MEMS se utilizan dispositivos muy sofisticados. Por una década los científicos han trabajado continuamente con microscopios de barrido electrónico que pueden manipular y formar imágenes con átomos individuales.

El más conocido de estos dispositivos, para los fines mencionados, es el microscopio de barrido con filtración cuántica (STM: *Scanning Tunneling Microscope*). Un STM consta de una sonda en forma de aguja, cuya punta consiste de, sólo, un átomo. Un terabyte (aproximadamente es el texto contenido en 500 Enciclopedias Británicas) puede ser almacenado en un chip de 1 [cm²] mediante el uso adecuado de varios STM's coordinados.

Para fabricar los MEMS, se usan fichas de silicio. Una corriente atraviesa la capa superior para llegar a la capa inferior siguiente, haciendo perforaciones y pequeños amontonamientos de átomos, los cuales corresponden, respectivamente, a los 0's y 1's requeridos para el almacenamiento de datos digitales. Un sensor construido, tal vez, con un tipo diferente de microscopio, puede leer los datos mediante la detección, en un diagrama nanométrico de silicio, de 0's y 1's.

Solamente los motores y brazos micrométricos, son capaces de mover un STM con la velocidad y la precisión suficientes como para, prácticamente, crear un terabyte de memoria en un chip. Con los MEMS, miles de STM's pueden ser colocados sobre un brazo móvil para leer o almacenar información en un chip, dentro de un área de pocas micras cuadradas. Los dispositivos de almacenamiento, además, podrían permanecer estacionarios, eliminándose, así, la necesidad de giro de algunos dispositivos actuales, por ejemplo, los discos flexibles utilizados para las computadoras.

Los brazos que sirven como parte de un sensor de aceleración para el disparo de bolsas de aire, son construidos colocando, primero, una capa de nitruro de silicio (aislante) sobre sustrato de silicio y, después, dióxido de silicio encima del nitruro indicado. Luego, se realiza litográficamente el arreglo de las perforaciones (0's) dentro del dióxido de silicio para formar los puntos de anclaje de los brazos. Posteriormente se aplica una capa de silicio policristalino. Finalmente, se retira el dióxido de silicio para liberar los brazos grabados.



Fabricación de los brazos de un sensor utilizado en un disparador de bolsas de aire



3.5.2. Software inteligente.

Hoy en día las computadoras son pasivas ya que están en espera de instrucciones para ejecutar por parte del operador; estas instrucciones en muchas ocasiones deben ser muy detalladas lo que provoca muchos problemas al usuario así como una pérdida grande de tiempo que no se puede evitar, aún con el uso de las ayudas pequeñas que proporcionan algunos programas pero que son insuficientes para tareas complejas.

Por lo anterior se ha creado la *manipulación directa*, en la cual los *agentes de software* actúan con cierta autonomía para facilitar la solución o el desarrollo de una tarea, lo cual, junto con el ingenio del usuario, hace que los objetivos de éste último se alcancen en un tiempo mucho menor.

Es así que se busca hacer que el mundo digital sea menos abrumador y de manejo fácil, eliminando las técnicas detalladas y las guías (del usuario) complejas.

Los agentes de software pueden llevar a cabo la función de representar a personas en transacciones (como, por ejemplo, compras), pueden realizar el trabajo de una secretaria personal atendiendo asuntos, extendiendo avisos y recordatorios.

Más que utilizar teclados o *ratones*, las personas podrán hablar con sus agentes sobre cualquier cosa que requiera, que necesite hacer o registrar.

La presentación de los agentes de software será como "entes vivientes", con expresiones faciales animadas y lenguaje de humanos. Estos agentes podrán adaptarse, entender y aprender de sus experiencias, así como responder a situaciones diversas basándose en un repertorio amplio de métodos de solución logrando así una autonomía mayor.



Otra aplicación es la de *agentes administrativos* que podrán programarse a sí mismos, aplicando el concepto de inteligencia artificial y se convertirán en el mejor amigo del usuario.

3.5.3. La nave espacial del siglo XXI.

En el futuro, una flota de naves miniaturizadas y económicas pueden renovar el avance de la era espacial explorando innumerables cuerpos pequeños del Sistema Solar.

La era espacial cayó en un gran "bache" hace algunos años debido a que los sueños y proyectos grandiosos tenían un costo sumamente elevado por lo que de ahora en adelante se tendrán que buscar proyectos prácticos así como la disminución del costo de los mismos, para evitar caer otra vez.

Uno de estos proyectos es el de la investigación científica. En Pasadena, se construyó y se puso en operación la nave *Voyager*, la cual ha sido el proyecto más independiente e imaginativo de la NASA.

Se propusieron dos proyectos en misiones planetarias: *The Pluto Fast Fly-by*, el que podría completar la misión del *Voyager* con la capacidad de captar imágenes con una resolución mucho mayor y el manejo de diferentes frecuencias en las señales; el otro proyecto es el llamado *Kuiper Express*, esta nave podría explorar el enjambre de pequeños objetos que hay en la órbita de Neptuno.

Ambas misiones fueron basadas en una miniaturización radical de los instrumentos cargados en la nave por lo que el prototipo del empaquetamiento de dichos instrumentos pesa 5 [kg], haciendo el mismo trabajo que los instrumentos del *Voyager* original, los cuales pesaban más de 200 [kg].



Todos los componentes ópticos, mecánicos, estructurales y electrónicos tienen un tamaño reducido de manera drástica y poseen una sensibilidad mayor.

Cuando se pusieron en operación los dispositivos mencionados, el *Pluto Fast Fly-by* falló debido a que, aunque se miniaturizaron los instrumentos científicos, el resto de la nave no fue reducida con la proporción debida.

El *Kuiper Express* es, radicalmente, una nave planetaria nueva y completa, desde la primera misión *Pionner* en los años cincuenta; utiliza xenón como propulsor y paneles solares como fuente de energía.

La propulsión con energía solar tiene abiertas las puertas a la nueva generación de naves espaciales y, si se suma a esto los grandes avances de la miniaturización de instrumentos y computadoras, se obtendrán naves con una capacidad mucho mayor para transportar y comunicar a un costo relativamente bajo.

El siglo XXI será la era de la biotecnología, la cual transformará a las naves espaciales.

3.5.4. La robótica en el siglo XXI.

Desde que *Unimation Inc.* instaló el primer robot industrial en 1961 para descargar partes de una operación de troquelado, más de 500 000 construcciones similares han ido a trabajar a fábricas alrededor del mundo. Es así que se comienza a vivir con la robótica en todos los aspectos de la vida diaria. En el futuro, los robots que darán atención personal, tendrán que ser antropomórfos, justo como Asimov lo predijo. Pero lo que importa ahora es tratar de predecir el estado, dentro de los límites de la tecnología prevaeciente, y las extensiones lógicas de eso.



Actualmente, los especialistas en robótica tienen un instrumental muy poderoso a la mano (costos electrónicos bajos, servomecanismos, controladores, sensores y equipos de comunicación, por nombrar algunas categorías.

Además, estos instrumentos de construcción son desarrollados constantemente, particularmente los sensores.

Emisores radioeléctricos pasivos y activos, visión estereoscópica, y aún, un receptor para el *Sistema de Posicionamiento Global* (red de satélites para difundir información posicional) habilitarán a los robots para manejarse fácilmente dentro de su ambiente propio.

Por otro lado, la síntesis y el reconocimiento de la voz, asegurarán el entendimiento de las instrucciones dadas por los supervisores humanos.

Las precauciones de seguridad tales como reglas similares a las 3 leyes de la robótica de Asimov (la 1a. ley es proteger al ser humano por encima de las órdenes de éste mismo, la 2a. ley es obedecer al ser humano considerando la 1a. ley, la 3a. ley es protegerse así mismo) pueden ser introducidas fácilmente al robot futuro.

En el curso de la evolución terrestre, el desarrollo de la humanidad se ha realizado con un ímpetu mayor solo últimamente.

Los avances continuos son inhibidos por la ponderación de la selección natural y por la laboriosidad del proceso de aprendizaje que provee a la descendencia del ser humano de la sabiduría obtenida.

En contraste, cada robot nuevo puede asimilar rápidamente las capacidades físicas e intelectuales mejores disponibles con el tiempo.

En segundos, las experiencias previas de la robótica pueden ser "cargadas" en los robots.

Es así que la robótica puede ser determinante para el desarrollo de las actividades humanas en el siglo XXI.



3.5.5. Inteligencia artificial.

Un almacenamiento crucial de conocimientos sobre el sentido común está tomando forma ahora. Muchas de las acciones que existen son de automatización fácil, y viceversa.

Existen ciertas tareas monótonas que se ajustan mejor a las computadoras que al cerebro humano debido a que pueden ser codificadas como un conjunto relativamente pequeño de instrucciones a seguir; las computadoras pueden realizar las mismas operaciones cuantas veces sea necesario sin cansarse. Muchas de las tareas que son fáciles para las personas, como por ejemplo descifrar una palabra dudosa en una conversación o reconocer la cara de un amigo, son imposibles de automatizar totalmente ya que no se tiene una idea verdadera de cómo hace estas cosas el ser humano.

Los llamados sistemas expertos actúan correctamente dentro de las áreas específicas para los que fueron construidos. Si se les proporciona un problema fuera de su experiencia, normalmente obtendrán respuestas incorrectas sin ningún reconocimiento que están fuera de su rango de competencia. Además estos programas no pueden formar su conocimiento propio. Actualmente, este es el panorama.

Las personas formamos nuestro conocimiento tan fácilmente que nunca pensamos en como se lleva a cabo este proceso. Desafortunadamente, este hecho complica el diseño de programas que hagan lo mismo.

Hoy, la inteligencia artificial se basa en una serie de premisas las cuales la computadora va estudiando para inferir otras hasta llegar a una acción "inteligente".



Por ejemplo para reconocer a una persona va haciendo una serie de comparaciones para ir acotando el rango amplio de posibilidades hasta que finalmente termina con una selección. Desde la década pasada, investigadores del proyecto CYC, un sistema experto, en Austin, Texas, han trabajado duro para conseguir este tipo de programas.

Este proceso ha llevado al grupo a representar 100 000 conceptos discretos y cerca de un millón de piezas de sentido común sobre dichos conceptos. La mayoría de estas piezas de conocimiento no resultan ser hechos de un almanaque o definiciones de un diccionario sino observaciones algo comunes. El proyecto CYC está muy lejos de completarse, pero los programas que entienden lenguajes naturales emplearán la existencia de conocimientos para comprender una variedad amplia de textos llenos de ambigüedades, metáforas e información dibujada; CYC también aprenderá por descubrimientos y formulará hipótesis posibles acerca del mundo y lo cuestionará.

Así, en un futuro no muy lejano los procesadores de textos no sólo corregirán la ortografía y gramática sino que también el contenido. Como la gente, CYC aprenderá al margen de lo que ya conoce, y así su capacidad de educación dependerá fuertemente de su conocimiento existente.

3.5.6. Redes inalámbricas.

Una red inteligente consiste en una red de señales distribuidas de conmutadores, bases de datos y computadoras que están separados de, las redes de transportación, aunque íntimamente conectadas a ellas por donde fluyen llamadas de voz de los suscriptores y datos.

Esta arquitectura pronto podrá proporcionar servicios de comunicaciones personales tan portátiles como un teléfono de bolsillo.



Como los avances en microelectrónica, radio digital, procesamiento digital de señales y software de redes convergen, los teléfonos portátiles se están haciendo más pequeños y más baratos.

Algunos están tomando formas nuevas, como las computadoras de mano o portátiles inalámbricas llamadas asistentes digitales personales (PDAs), por tanto pueden manejar texto y gráficos tan bien como mensajes de audio y la posibilidad de video no es muy lejana.

Los servicios celulares ahora están a la cabeza en cuanto a las comunicaciones inalámbricas, ya que el número de usuarios crece anualmente un 50 % aproximadamente en Norteamérica, 60 % en Europa Occidental, 70 % en Australia y Asia y más del 200 % en los mercados más grandes de Sudamérica.

Los analistas opinan que para el año 2001, tres cuartas partes de las familias en los Estados Unidos y cerca de 500 millones de personas del mundo se suscribirán a un servicio inalámbrico de algún tipo.

El crecimiento del mercado de comunicaciones inalámbricas ha presionado a los organismos reguladores de asignar más espectro y usarlo más eficientemente al usar tecnología digital.

Los estándares presentes analógicos utilizados por la mayoría de los sistemas codifican la voz y aún los datos digitales en continuas variaciones de una onda portadora, la cual es después decodificada por el receptor.

Comparados con los sistemas analógicos, los digitales pueden expandir la capacidad del medio de transmisión y comprimir los mensajes que portan.

La mayoría de las redes celulares y PCs utilizarán uno de los estándares de interfaz digital por aire, de esta manera podrán compartir el espectro de frecuencias limitado entre varios usuarios al mismo tiempo y se podrán reunir más bytes de conversaciones dentro de una porción del mismo espectro que lo que se puede lograr con los sistemas analógicos.



Una vez que los servicios inalámbricos cambien a digitales podrá incrementarse el número de clientes servidos gracias a la utilización de técnicas de compresión.

Los proveedores del servicio también pueden satisfacer la demanda creciente haciendo más pequeños los tamaños de las células (las áreas cubiertas por una sola estación base) en áreas congestionadas. Es mucho más fácil añadir células pequeñas con estándares digitales, ya que proporcionan corrección de errores y ayudan a los receptores a evitar interferencia entre células adyacentes.

Cambiar a una tecnología totalmente digital es tener terminales de comunicaciones con mayor funcionalidad, tamaño más pequeño y potencia más baja.

Los teléfonos portátiles y otros dispositivos inalámbricos son esencialmente computadoras miniatura con alguna electrónica adicional para transmitir y recibir señales de radio.

En los años próximos, los operadores de televisión por cable empezarán a adicionar estaciones base a sus redes de fibra óptica y cable coaxial, metiendo además tráfico telefónico en canales de cable desocupados, supliendo el acceso inalámbrico a las zonas habitacionales.

Los dispositivos nuevos y los sistemas de redes que pueden transmitir y recibir texto e imágenes a través del aire tendrán un gran impacto en la forma de comunicación de la gente.

Las computadoras inalámbricas portátiles de la primera generación no tuvieron mucha aceptación, tal vez debido a que significaron poca funcionalidad por el precio.

Pero ya que la gente de cualquier edad e ingresos se está familiarizando con el correo electrónico, servicios comerciales por línea y la red *Internet*, estas personas querrán acceso a la información que estos medios ofrecen a cualquier hora, y de acuerdo a cuando lo necesiten, no solamente cuando estén con la computadora.



La tecnología de redes analógicas limitan las comunicaciones de datos a través de módem a velocidades relativamente bajas : 14.4 kilobytes por segundo o menos.

La red digital ayudará a eliminar las conversiones entre formatos analógicos y digitales.

Para el siglo siguiente, los faxes inalámbricos serán utilizados comúnmente y el correo de video podrá ser usado ampliamente por medios inalámbricos tan bien como las redes de cables actuales.

Si el espectro es repartido para acomodar la gran cantidad de imágenes resultantes, esto será probablemente a frecuencias de 30 a 40 [GHz], aunque algunos servicios de video puedan trabajar en 2.5 [GHz].

Las compañías telefónicas diseñan redes de fibra óptica para transportar servicios de video interactivo y planean conectarlos con conmutadores de banda ancha utilizando una tecnología denominada *Modo de Transferencia Asíncrona* (ATM), la cual puede manejar paquetes de datos, voz y video a lo largo de trayectorias o caminos apropiados a velocidades extremadamente altas.

Si las redes inalámbricas siguen esta tendencia llegarán a ser la forma más eficiente de combinar voz y servicios de multimedia.

Se predice que el PCS (sistema de computadora personal) pueda acceder el servicio y lugar correctos sin la intervención de alguna persona.

Las tarjetas pequeñas ofrecen ventajas : si todos los teléfonos están equipados con un lector de tarjetas una persona podría insertar su tarjeta al teléfono más cercano, aún si pertenece a otra y así se registraría su presencia cualquier lugar.

De esta manera de dirigirían automáticamente todas las llamadas dirigidas a dicha persona. Existen otras formas de proporcionar servicios de localización.



Los sistemas celulares ya pueden localizar la posición del usuario dentro de unos pocos kilómetros cuadrados.

Una alternativa es equipar a los dispositivos con receptores de un *Sistema de Posicionamiento Global* el cual puede localizar una posición determinada utilizando señales de varios satélites. Esto es muy útil para los servicios de emergencia.

3.5.7. Microprocesadores en el 2020.

Desde los últimos años de la década de los 40's las computadoras contienen un procesador para manejo de operaciones numéricas y almacenamiento de información y programas. Por esta misma época se inventa el transistor el cual permite crear circuitos electrónicos más pequeños y veloces.

Sin embargo, no fue sino hasta 1971 que aparece el *Intel 4004* un procesador que combina la tecnología de transistores con el diseño de programas almacenados. Este procesador fue el primero en construirse en un chip de silicio. Debido a su tamaño fue llamado "microprocesador".

En la fabricación de microprocesadores se emplean "obleas" de silicio complementadas o "aderezadas" con sustancias químicas, las cuales, cuando se meten a hornos especiales forman los transistores, conductores y aisladores.

La producción en línea y masiva de estas obleas, ha permitido que su costo se reduzca considerablemente.

Ahora los chips más grandes son más que los pequeños debido a que contienen mayor número de transistores, por ejemplo el *Intel P6* contiene 5.5 millones de transistores.



Últimamente, los microprocesadores han llegado a ser más poderosos debido a un cambio en el enfoque de su diseño. Investigaciones en laboratorios y universidades de Estados Unidos han permitido que la tecnología de los microprocesadores avance un 35 % anualmente, es por ello que estos últimos son ahora tres veces más rápidos de lo que se predijo en los primeros años de la década de los años ochenta.

Aunado a esto, el diseño de los microprocesadores se enfoca ahora a fabricarlos de tal manera que se tengan varias etapas en su operación para que se puedan hacer varias actividades simultáneas. A esta técnica se le conoce como *entubamiento*.

Los diseñadores han empezado a incluir más *hardware* para procesar más tareas para cada etapa.

A este enfoque de diseño se le llama *super escala*, por ejemplo un microprocesador con esta tecnología puede ejecutar hasta mil millones de instrucciones por segundo.

Sin embargo, la velocidad de las memorias han limitado las ventajas anteriores. Por ello una opción es colocar una pequeña memoria en el propio microprocesador denominada *caché*.

Esa memoria contiene los segmentos de un programa que son más frecuentemente usados y con ello evitan que el microprocesador emplee mucho tiempo al recurrir a las memorias externas.

Otro enfoque para el diseño de computadoras es el llamado *procesamiento paralelo* el cual proporciona los beneficios de un sólo procesador rápido con otros más baratos trabajando con él simultáneamente. Sin embargo esta solución es de costo alto.

Así el rango de aplicaciones de estos dispositivos extraordinarios irá desde el reconocimiento de la voz hasta la realidad virtual. Hoy, los microprocesadores y las memorias son hechas en líneas de manufactura distintas, quizá en un futuro no muy lejano, los procesadores y las memorias saldrán en un sólo chip.



Tal vez para el año 2020 se tendrá todo lo que actualmente es una computadora en un chip.

Denominando a una *memoria de acceso aleatorio inteligente* como *IRAM*, ya que los transistores del chip funcionarán también como memoria, se puede tener un sistema completo que no requiera conexiones externas con cables sino solamente redes de computadoras. Debido a que requiere muy pocas conexiones externas, podrían ser extremadamente pequeños y es probable que se les llame *picoprocesadores*.

Se puede observar que el desempeño de los microprocesadores se ha duplicado cada 18 meses, aproximadamente.

3.5.8. Redes totalmente ópticas.

Las fibras ópticas serán más eficientes como ondas de luz reemplazando a los electrones para procesamiento de señales en redes de comunicaciones.

Las redes de fibras ópticas contemporáneas transmiten voz, video y datos a velocidades de 10 a 100 veces más rápido que el alambre de cobre que ha sido usado en telecomunicaciones por más de un siglo.

Una fibra óptica es un conducto cilíndrico de vidrio que puede guiar luz.

En las redes de fibra óptica actuales, cada vez que un pulso de luz es amplificado, conmutado e insertado en la red o sacado de ella, éste debe ser transformado a una cadena de electrones para procesarse.

Esta conversión optoelectrónica puede llegar a ser un impedimento en las comunicaciones de velocidad muy alta.



Esta red totalmente óptica se basaría en el éxito de las redes de fibra óptica que dependen de los componentes electrónicos para el procesamiento de señales.

El advenimiento del mercado de video digital podría reducir la importancia de las redes ópticas comerciales más rápidas. El video digital requerirá más de 500 veces la capacidad de comunicaciones, o ancho de banda que la que utiliza la telefonía por fibra óptica.

Una red de comunicaciones que transmita terabytes (trillones de bytes) de información podría abrir todos los recursos de una biblioteca de investigación a cualquier casa, oficina o laboratorio.

Sin embargo la tasa de transmisión práctica está limitada ya que un pulso digital que representa un 1 o un 0 pierde su forma al recorrer distancias muy largas, además de la ausencia de componentes ópticos que puedan procesar la información a esas velocidades.

Muchos esfuerzos de investigación están enfocados a construir el desarrollo más importante en comunicaciones ópticas de la década pasada: el amplificador óptico. El dispositivo permite que la potencia de una señal sea restaurada a su fuerza original sin la conversión óptica - electrónica usual.

La tecnología de multiplexaje óptico, permite que la fibra sea usada más eficientemente ya que separa las señales de datos para ser enviadas en una misma fibra.

Cada transmisor en la red contiene un láser que puede ajustarse para enviar una señal de una cierta longitud de onda, o color, de luz.

Así como un receptor de radio puede fijarse para recibir una cierta frecuencia, un receptor optoelectrónico puede sintonizarse para una longitud de onda de luz dada.

Debido a que una red puede saturarse, tendrá que ser partida en segmentos separados llamados *subredes*.



Las longitudes de onda que portan información dentro de una subred pueden reasignarse para transmisiones separadas en otra subred. Algo similar con la utilización de la misma frecuencia para estaciones de radio diferentes separadas entre sí.

Quizá la versión electrónica más conocida de una red de "paquetes" de información es *Internet*. Uno de los principales retos en construir una "supercarretera" de información para *Internet* es el multiplexar y conmutar los paquetes de información sin tener que convertirlos a una señal electrónica.

Las comunicaciones totalmente ópticas se enfrentarán a las comunicaciones electrónicas, cuyo precio continuará descendiendo mientras su desempeño mejore. Sin embargo una red totalmente óptica ofrece ventajas convincentes.

3.5.9. Multimedia : ¿ una megaindustria nueva ?

El concepto de *multimedia* resume las posibilidades que ofrecen las comunicaciones y el procesamiento de datos modernos, es decir, la aplicación simultánea de voz, textos, datos e imágenes.

Con esto se abre un cúmulo de aplicaciones nuevas, tanto en el ámbito privado como en el sector comercial.

Esto es un problema de organización ya que se deben encontrar aplicaciones que satisfagan demandas determinadas por las que el cliente paga, y además, a las que los inversionistas estén dispuestos a aportar su capital.

El *hardware* y el *software* ya están disponibles, o al menos se pueden obtener si hay demanda.



Al igual que la exhibición de información en la pantalla de una computadora ha evolucionado, desde la sencilla representación alfanumérica en blanco y negro hacia las imágenes en color y los gráficos, ahora se agregan voz, música e imágenes animadas.

Multimedia resulta muy prometedora por las posibilidades que se abren en el mercado consumidor, por ejemplo el llamado *video on demand* (video a pedido) o el *home shopping* (compras desde el hogar). Ya existen proyectos piloto en plena realización a nivel mundial.

Al hablar de multimedia muchas veces se utiliza el término *information highway* o autopista informática siendo esta última la red de comunicaciones potente que ofrece la posibilidad de realizar *comunicaciones multimedia*. Por lo tanto, es la infraestructura necesaria para implementar aplicaciones multimedia interconectadas en red.

En la actualidad la única red ampliada en gran medida es la telefónica. En Alemania ya se cuenta también con la *RDSI* (red digital de servicios integrados). Un ancho de banda mayor sólo lo ofrecen, actualmente, las líneas rentadas. Éstas pueden estar alquiladas en forma permanente o no, y entonces deben reservarse con anticipación, como en el caso de la red de banda ancha conmutada VBN en Alemania.

La técnica nueva ATM o *Asynchron Transfer Modus* (Modo de Transferencia Asíncrono) permitirá disponer de velocidades mayores de transmisión, sin necesidad de reservar previamente.

Para utilizar un servicio de esta naturaleza, al igual que en una comunicación telefónica corriente, el abonado o usuario de multimedia debe marcar el número de su interlocutor. Luego indicará el código de la clase de servicio, por ejemplo para transmitir una imagen de video.

El nodo de control ATM reconoce esta señal y dispone el ancho de banda necesario del canal. El ancho de banda a pedido es una particularidad del ATM. En la actualidad están funcionando ya los precursores de multimedia sobre conexiones de banda ancha en todo el mundo, en especial en Estados Unidos y también en *Telekom*, Alemania.



Siemens, Scientific Atlanta y Sun Microsystems son empresas líderes en tecnología relacionada con multimedia.

La interconexión de computadoras cobra cada vez una importancia mayor. En un futuro cercano, en la transmisión multimedia no sólo se transmitirán datos a través de estas redes de información, sino también se transmitirá en tráfico síncrono, es decir, voz y video.

Aquí puede tenerse una variedad grande de aplicaciones, sobre todo en el campo privado: desde las transacciones bancarias hasta los juegos de azar como la lotería. Se trata de encontrar alguien que organice todo, que aclare las cuestiones legales y asuma la financiación, es decir, el riesgo.

Hace falta también una oferta de servicios que interesen a un número suficiente de usuarios que también estén dispuestos a pagar las tasas correspondientes.

Se considera que el *video a pedido* podría ser un servicio de esta naturaleza, aunque aquí no sólo se trate de películas sino también, por ejemplo, de noticiarios o determinados eventos deportivos que los abonados tal vez quieran ver a una hora distinta a la de transmisión por televisión.

El software ATM hace factibles estos servicios, dado que todos se basan en los mismos principios de control. El equipo mínimo que se requiere para multimedia es una PC de potencia relativa, un accionamiento de CD-ROM, una tarjeta de sonido y dos altavoces.

El cable coaxial de TV es la conexión con el ancho de banda mayor del que puede disponer un abonado en la actualidad. A través de este cable se le podrán ofrecer todos los servicios, pero la tecnología es muy exigente y las redes tendrían que reequiparse, entre otras razones, porque las redes de distribución utilizadas hoy, a diferencia de las comunicaciones multimedia futuras, sólo se han diseñado para ofrecer un servicio de comunicaciones en una dirección única, tradicional, del emisor al receptor.



El conductor de fibras ópticas es el medio ideal para todos los servicios de comunicaciones.

Puede utilizarse también la red telefónica como medio para los servicios multimedia, sin embargo, la transmisión de una imagen de televisión a través de la red de teléfonos no es posible directamente debido a la cantidad grande de datos que se maneja por lo que la compresión de datos representa un papel muy importante. Los algoritmos de compresión están normalizados ya en gran medida.

La MPEG (*Motion Picture Expert Group*) define las normas, y la industria de semiconductores, desarrolla circuitos para compresión y descompresión.

Se pueden diferenciar tres grandes grupos que integran esta industria: los proveedores, los organizadores y los distribuidores.

Los proveedores ofrecen soluciones de *software* y de *hardware*; los organizadores tienen una función similar a la de las editoriales, mantienen su oferta preparada hasta que la demanda la solicite; los distribuidores son los operadores de las redes, las empresas telefónicas y de cables.

Existen numerosas empresas que operan preferentemente en uno de estos sectores, y que han ido adquiriendo participaciones en otros campos.

Multimedia y el proyecto innovador de comunicaciones.

Con la utilización de servicios de multimedia serán posibles las comunicaciones personalizadas independientes del lugar, horario e idioma, aplicando informática y telecomunicaciones.

Las redes futuras los aparatos terminales serán accesibles en forma universal. Las superficies de usuario y el aprovechamiento de servicios múltiples se adaptarán a los requerimientos personales.



Con estructuras cada vez más interconectadas en redes, dentro de, y entre, empresas; tiene que conformarse una cooperación más eficiente para satisfacer los futuros requerimientos del mercado. La elaboración de documentos por medio de equipos de colaboradores que trabajan en diferentes emplazamientos de la empresa pueden acelerarse en gran medida con la ayuda de comunicaciones audiovisuales y procesamiento simultáneo distribuido.

Los usuarios ven a los demás integrantes del equipo y el documento que están elaborando desde sus puestos de trabajo. Sólo un usuario a la vez tendrá la autorización para trabajar en el documento que, sin embargo, los demás también observarán.

El usuario ya no está sentado frente a una pantalla vertical que sólo puede operar por medio de un teclado y un ratón, sino que dispone también de un lapicero y papel electrónicos para la operación.

Con la accesibilidad permanente que ofrecen las redes móviles de presencia universal surge inmediatamente la demanda de filtrar y controlar esta comunicación en forma selectiva. Es decir, el usuario debe poder seleccionar con quién, a qué hora y con qué medios (dado el caso, multimedia) desea comunicarse. Además resulta útil presentar al usuario el contenido de la comunicación de acuerdo con el equipo terminal del que dispone. Por ejemplo, si el usuario sólo tiene un teléfono, un mensaje de texto tendrá que convertirse en forma automática en un mensaje verbal.

Multimedia en la automatización de procesos.

Multimedia resulta interesante para la automatización, sobre todo en aquellos sectores, en los que el hombre interviene en los sucesos, por ejemplo en la planificación y el proyecto de instalaciones industriales con un grado alto de automatización, en el diagnóstico y la puesta en servicio de sistemas de automatización, o en la operación y observación de procesos técnicos.



Los componentes multimedia importantes aquí son : imágenes, tono, video y animación.

Las ventanas diversas en la pantalla con diagramas del proceso, valores de medición y valores de estado informan al operador del puesto de control acerca del estado de la instalación.

Avisos y alarmas de fallas señalan estados críticos. La comunicación con la situación local en casos de falla es, en parte, complicada y en algunos casos relacionada con grandes pérdidas de tiempo, debido a los recorridos largos que debe realizar el personal de servicios técnicos.

Una ampliación de los sistemas de mando con componentes multimedia mejora la situación notablemente, porque de forma automática permiten superponer imágenes móviles y sonidos provenientes de la zona crítica a los avisos de fallas.

En el futuro, la operación bajo condiciones ambientales extremas podrá ser asistida con el reconocimiento de gestos o ademanes. Esto es, a través de una cámara que enfoca al usuario, la computadora de operación y observación reconoce los movimientos de las manos o la cabeza de éste, y los interpreta en la forma correspondiente.

Las dimensiones de las pantallas disponibles hoy en día imponen cierta limitación en la observación del proceso por parte de varias personas al mismo tiempo. Por este motivo también se utiliza la representación de la instalación en gran formato sobre una pared, con el auxilio de elementos individuales, por ejemplo indicadores, luces, instrumentos registradores, diagramas de flujo, etc.

Sin embargo, las facilidades para modificar y actualizar esta representación dejan mucho que desear. Aquí la proyección con imágenes de formato adecuado ofrece posibilidades nuevas. El contenido de varias pantallas planas se proyecta, desde atrás y ampliado, sobre una pantalla grande, conformando así una imagen total continua de la instalación alineando una al lado de otra y/o superponiendo varias imágenes parciales. Así, se obtienen representaciones de color nítidas y brillantes.



Las secuencias de video y de animaciones podrán ser de utilidad mayor cuando se trate de averías grandes, o trabajos complicados de puesta en servicio y diagnóstico.

En el futuro, la documentación de la instalación, en forma de documentos electrónicos, formará una parte integrante de los equipos y sistemas de automatización.

Las secuencias de imágenes serán parte integral de la documentación, que estará organizada de forma tal que el usuario obtendrá la información requerida en forma rápida, selectiva, siempre y cuando así lo solicite.

Así, podrán reducirse considerablemente los tiempos necesarios para que el personal se familiarice con la instalación, así como para su capacitación, la puesta en servicio y el diagnóstico.

3.5.10. La ingeniería en telecomunicaciones en México.

Con el fin de impulsar la modernización de las telecomunicaciones en México, el *Congreso de la Unión* aprobó en enero de 1995 la reforma al párrafo cuarto del artículo 28 constitucional, para permitir la participación de los particulares en la operación y explotación de las comunicaciones vía satélite, manteniendo el Estado el dominio sobre el espectro radioeléctrico y las posiciones orbitales asignadas al país. Posteriormente, el 8 de junio de 1995 se promulgó la *Ley Federal de Telecomunicaciones* aprobada por el *Congreso de la Unión*. Los objetivos principales de esta legislación nueva son: promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en esta materia; garantizar la soberanía nacional; fomentar una competencia sana entre los diversos prestadores de servicios y promover una cobertura social adecuada.



Así, en octubre del mismo año, la *Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)*, otorgó concesiones a las empresas *Iusatel*, filial del *Grupo Iusacell*, para instalar, operar y explotar una red de telecomunicaciones con la que podrá prestar servicios telefónicos de larga distancia nacional e internacional durante 30 años.

Otra más fue otorgada a la firma *Avantel*, conformada por una alianza entre *Banamex* y *MCI Communication Corporation* para explotar durante 30 años una red pública de telecomunicaciones en el país.

También en ese mes, la SCT otorgó concesiones para instalar, operar y explotar redes públicas de telecomunicaciones interestatales a las empresas *Mercatel* y *Unvesicom*. Estas concesiones también tendrán una duración de 30 años.

El desarrollo de las telecomunicaciones, que se prevé acelerado para el lustro último de este siglo, causará muy probablemente el fortalecimiento de una especie de "cultura telemática", por su inserción cada vez más profunda en la vida cotidiana, que tendrá la gama amplia de servicios de telecomunicaciones: televisión por cable, transmisión de datos, teletexto, correo electrónico, telefonía celular, localización de personas (*paging*), radiolocalización de flotillas (*trunking*), etc.

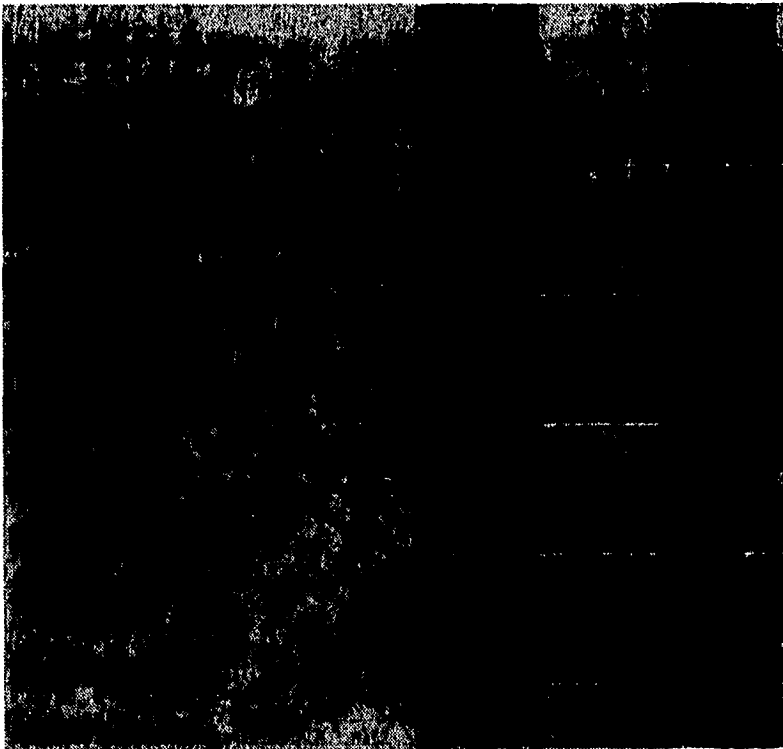
Los servicios de telecomunicaciones tienen un desarrollo importante y están ocupando un lugar relevante dentro de la vida cotidiana de los seres humanos.

Las proyecciones para el año 2000 anticipan un crecimiento grande en tres de los rubros incluidos en la tabla que se muestra a continuación: las computadoras personales o PCs, cuyo número aumentaría en más del doble entre 1996 y el año 2000; el de las líneas para conducir señales (voz, datos, video, etc.), que también se duplicaría en ese periodo; y el de la TV por cable, que llegaría a más del triple de hogares para el fin de siglo. Por supuesto, también llama la atención que todavía para ese momento tecnologías como el cable o la computadora personal estarán al alcance de una minoría en comparación con el número total de habitantes y de telehogares.



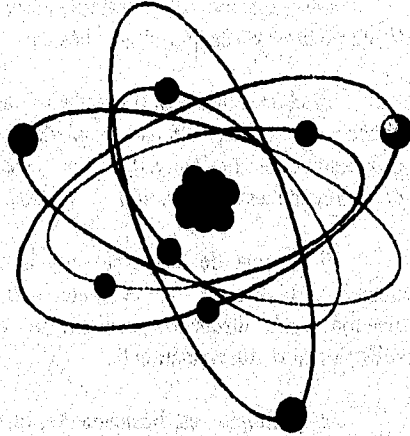
La tabla, también muestra la situación actual en México de lo que se puede llamar "infraestructura doméstica" para acceder a estos servicios y su proyección para el año 2000.

Proyección de necesidades en materia de telecomunicaciones para México
(cifras en millones).





3.6. Ingeniería en materiales.



3.6.1. Ensamble automático de materiales.

En el futuro, las máquinas y los procesos serán capaces de implementar métodos de autofabricación y ensamble automático. En el siglo XXI los científicos introducirán una estrategia de manufactura basada en máquinas y materiales que sean virtualmente autofabricables. A esta técnica se le denomina *ensamble automático*.

Un ensamble automático es un proceso en el cual los humanos no están involucrados activamente.

En lugar de la mano del hombre, interactuarán átomos, moléculas, agregados de moléculas y componentes compatibles.

Estos se ordenarán automáticamente dentro de una secuencia de funcionamiento fuera de la intervención del hombre.

El ser humano diseñará los procesos y éstos se pondrán en operación pero, una vez bajo la operación automática o en la vía del proceso, el sistema buscará un procedimiento acorde con el diseño o plan anterior.

El diseño y el sistema en operación estarán en forma de energía estable, lo que significa que ambos tendrán un sistema cuya forma y función sea acorde con las partes operantes.



Este concepto de ensamble automático no es nuevo, fue inspirado en la naturaleza y sus principios básicos.

Es claro notar las propiedades de los materiales ya conocidos pero el hecho de aplicar estas propiedades (tanto físicas como químicas, y principalmente biológicas), a un ensamble automático no es fácil, pero precisamente esta aplicación es la base del ensamble automático.

El sistema de ensamble automático se regirá por las leyes químicas, físicas y biológicas de la materia o de los elementos en operación. El sistema será diseñado, previamente a la operación, con los materiales seleccionados adecuadamente.

El principio es, básicamente, que los materiales seleccionados y el proceso diseñado sean absolutamente compatibles para el ensamble deseado y, una vez cumplido esto, ellos mismos serán autoauxiliados por las reglas de la propia materia en operación, sustentadas en leyes y principios científicos.

3.6.2. Materiales inteligentes.

Inspirados por la naturaleza, los investigadores están creando sustancias que puedan anticipar fallas, repararse por sí solas y adaptarse al medio ambiente.

Música en un cuarto o en un carro que emane de las puertas, piso o techo, escaleras que adviertan su colapso inminente antes de caerse, edificios y puentes que se refuercen por sí mismos durante un terremoto, son solamente algunos ejemplos de lo que podría obtenerse con los *materiales inteligentes*. Como los seres vivos, estos sistemas podrían alterar su estructura, informar un posible peligro, efectuar reparaciones y retirarse cuando se termine su vida útil.



Muchos investigadores han demostrado la factibilidad de tales materiales "vivos" y se podría enlistar una variedad de dispositivos: actuadores y motores que se comportan como músculos; sensores que funcionan como el sistema nervioso y la memoria; y redes de comunicaciones y computadoras que se asemejan al cerebro y a la espina dorsal.

En algunos aspectos estos sistemas tienen características que pueden considerarse superiores a ciertas funciones biológicas.

Un diseñador hábil siempre considera el caso peor que se podría presentar. Como resultado, el diseño contiene márgenes amplios de seguridad, tales como refuerzos numerosos, unidades redundantes, sistemas de respaldo, etc.

Este enfoque, por supuesto, requiere más recursos que demandan más energía para producir y mantener la estructura. Además se necesita un esfuerzo humano mayor para predecir aquellas circunstancias bajo las cuales el artefacto estará operando.

Los sistemas de materiales inteligentes podrían evitar la mayoría de estos problemas. Podrán modificar su comportamiento bajo circunstancias diferentes. Como ejemplo se puede mencionar una escalera sobrecargada de peso podría utilizar energía eléctrica para hacerse más rígida y alertar a los usuarios del problema, todo esto lo haría en menos de un segundo; la escalera podría evaluar su propia salud y cuando ninguna mejoría pudiera lograr entonces anunciaría su salida de servicio.

Los materiales que permiten a las estructuras, como las escaleras, adaptarse a un medio ambiente se conocen como *actuadores*.

Pueden cambiar su forma, dureza, posición, frecuencia natural y otras características mecánicas en respuesta a la temperatura o campos electromagnéticos. Los cuatro materiales actuadores más comunes utilizados hoy en día son: *aleaciones con memoria de forma, cerámicos piezoeléctricos, materiales magnetostrictivos y fluidos electrorreológicos y magnetorreológicos*.



Las aleaciones con memoria de forma son materiales que a una cierta temperatura regresan de vuelta a su forma original después de haber sido sometidos a tensión.

El material conocido como *Nitinol* (Ni por *nickel*, Ti por *titanium* y NOL por *Naval Ordnance Lab*), muestra una resistencia a la corrosión y recobra su forma después de deformaciones grandes.

Tensiones que rebasan el 8 % de la longitud de la aleación pueden recuperarse calentando la aleación, típicamente con corriente eléctrica. Los ingenieros japoneses están utilizando el nitinol en micromanipuladores y robots para imitar los movimientos suaves de los músculos humanos.

El inconveniente principal de estas aleaciones es su razón lenta de cambio. Debido a que la actuación del material depende del calentamiento y del enfriamiento, éste responde solamente tan rápido como la temperatura cambia.

Un segundo tipo de actuador está basado en los materiales piezoeléctricos.

Este material se expande y contrae como respuesta a un voltaje aplicado, sin embargo los mejores de ellos sólo recobran su forma si la tensión modifica menos del 1 % su longitud.

En contraste con esto, tienen la ventaja de que su respuesta es más rápida ya que actúan en milésimas de segundos, lo que los hace sumamente útiles para actuaciones precisas y de alta velocidad, por ejemplo en dispositivos de rastreo ópticos, cabezas magnéticas y sistemas ópticos adaptativos para robots, impresoras de inyección de tinta, etc.

Un tercer tipo de actuadores son los llamados materiales magnetostrictivos. Este grupo es similar a los piezoeléctricos excepto que responden a campos magnéticos en vez de eléctricos. Los dominios magnéticos en la sustancia se mueven hasta alinearse con el campo externo, de esta manera los dominios pueden expandir el material, fenómeno que puede ser aprovechado para fines diversos.



Por ejemplo el terfenol - D, que contiene el elemento raro terrestre terbio, se expande en más de un 0.1 %. Este material, relativamente nuevo, se ha utilizado en transductores de sonares de potencia alta, y actuadores hidráulicos y motores.

El cuarto tipo de actuadores para sistemas inteligentes está hecho de líquidos especiales llamados fluidos electroreológicos y magnetoreológicos. Estas sustancias contienen partículas de tamaño microscópico que forman cadenas cuando se colocan en un campo eléctrico o magnético dando como resultado un incremento significativo en su viscosidad aparente en milisegundos.

Las aplicaciones que se han demostrado con estos fluidos incluyen amortiguadores, sistemas de aislamiento de vibraciones, articulaciones para brazos de robots, dispositivos friccionantes como embragues (*clutches*) o frenos. Sin embargo, aún existen varios problemas con estos fluidos como su abrasividad e inestabilidad química, además de estar en estudio las sustancias magnéticas.

Se conocen como *sensores* a los elementos que proporcionan información a los actuadores, los cuales describen el estado físico de los materiales del sistema. El enfoque será ahora a dos tipos de sensores que han sido desarrollados e incorporados a los sistemas inteligentes: las fibras ópticas y los materiales piezoeléctricos.

Las *fibras ópticas* pueden proporcionar una señal de luz estable a un sensor; interrupciones en el haz de luz indican un defecto estructural que ha quebrado la fibra. En centros de investigación se ha utilizado la fibra para medir la tensión en materiales compuestos.

Los sensores de fibra óptica, también pueden medir campos magnéticos, deformaciones, vibraciones y aceleraciones. Los sensores de este tipo tienen como ventajas principales ser resistentes a medios ambientes adversos e inmunes a ruido eléctrico o magnético.

Por otro lado, los materiales piezoeléctricos son muy útiles para hacer sensores.



Los polímeros piezoeléctricos, tales como fluoruro de polivinilo (PVDF), son utilizados para sensores ya que pueden formarse en películas delgadas y conectarse a muchos tipos de superficies.

La sensibilidad de las películas PVDF a la presión ha demostrado ser adecuados para los sensores táctiles como para leer en *Braille* y distinguir varios grados de papel de lija. Así pueden repetir las capacidades de la piel humana, detectando temperatura y características geométricas tales como bordes y esquinas o distinguir entre manufacturas diversas.

Los actuadores y sensores son elementos cruciales en sistemas de materiales inteligentes, pero la esencia de esta nueva filosofía de diseño descansa en la manifestación de la más crítica de las funciones de la vida: *la inteligencia*.

El grado exacto de inteligencia es discutible. Como mínimo debe haber una habilidad para aprender acerca del medio ambiente y para vivir dentro de él.

3.6.3. Superconductores de temperatura alta.

Estos materiales conducen corriente sin resistencia, a un precio más bajo que el de los superconductores convencionales y, lentamente, están encontrando lentamente el camino hacia un uso más extendido.

Un caso de punta es la obtención de resistencia nula (*la superconductividad es la capacidad para conducir la electricidad sin resistencia*).

El fenómeno de superconductividad fue descubierto por primera vez en 1911 cuando el físico Heike Kamerlingh Onnes enfrió mercurio con helio líquido a cuatro grados del cero absoluto, o 4 [K].



A esta temperatura, Onnes observó que el mercurio podía transmitir repentinamente electricidad sin pérdidas, también observó que otros metales y aleaciones se convierten en superconductores si son enfriados a temperaturas suficientemente bajas, aproximadamente a 23 [K].

Tales temperaturas, más frías que la superficie de Plutón, pueden lograrse solamente con gases raros como helio líquido o con los sistemas de refrigeración de creación reciente. A pesar de estas condiciones, el fenómeno ha apoyado a varias tecnologías (máquinas de formación de imágenes por resonancia magnética, MRI; aceleradores de partículas y sensores geológicos para prospección petrolera, entre otros).

La superconductividad tendrá un gran impacto en la sociedad del próximo siglo, gracias a un descubrimiento en la década de los ochentas: K. Alexander Müller y J. Georg Bednorz observaron que una sustancia cerámica conocida como óxido de cobre de bario lantano presentaba el fenómeno señalado a una temperatura de 35 [K].

Muchos avances dramáticos se han dado posteriormente: al inicio de 1987 se demostró la superconductividad a 93 [K] en óxido de itrio, bario y cobre, (YBCO).

A esta temperatura el YBCO se convierte en un superconductor en un baño de nitrógeno líquido, el cual en comparación con el helio líquido, es más abundante y barato.

Así, los trenes con superconductores, grandes sistemas de almacenamiento de energía y computadoras muy rápidas no son metas reales por el momento, pero otras muchas aplicaciones serán posibles muy pronto.

Algunas de esas aplicaciones son, por ejemplo: generación, transmisión y almacenamiento eficientes de electricidad; detección de señales electromagnéticas muy pequeñas para ser detectadas por medios convencionales; protección de redes eléctricas de sobrevoltajes y transitorios; y el desarrollo de tecnologías de comunicaciones celulares más rápidas y compactas.



Si en un material sus capas constitutivas no están alineadas, no permitirán el flujo rápido de electrones, por lo que dicho material no será un buen conductor. De hecho aún un material perfectamente alineado puede perder esta propiedad si es sometido a un campo magnético extremadamente grande.

Los investigadores han encontrado una forma de evitar este obstáculo: formar estratos o capas sumamente delgadas del material en sustratos perfectamente organizados. El proceso tiene el efecto de poner en filas las capas superconductoras con una precisión mayor.

Esto equivale a hacer "autopistas" para los electrones localizadas entre planos de átomos de cobre y oxígeno, con lo que se puede lograr que se pierda la resistencia eléctrica a 134 [K]. *Conductus* e *IBM* están haciendo sensores de campo magnético conocidos como *dispositivos de interferencia cuántica de superconducción* denominados *SQUIDS*.

Otros investigadores están atacando el problema de la capacidad limitada de corriente. Por ejemplo, un procedimiento cuidadoso que alinea las capas aumenta la capacidad de corriente.

Tales modificaciones han producido resultados muy importantes. La densidad máxima de corriente que *YBCO* puede transportar es ahora un millón de amperes por centímetro cuadrado a 7 [K] cuando se aplica un campo magnético de 9 teslas. Dado que este material es cerámico, es difícil darle la forma de alambres, es así que técnicas nuevas de proceso y selección de materiales han sido objeto de investigación.

Utilizando haces iónicos, físicos del Laboratorio Nacional *Los Alamos* han producido recientemente muestras de cinta *YBCO* que puede resistir campos magnéticos con reacciones mejores que las de los alambres de bismuto.

En el *Texas Center for Superconductivity* en la Universidad de Houston, se han construido tipos diferentes de imanes cúpricos que pueden generar más de 2 teslas, cerca de cinco veces el campo creado por el imán permanente mejor.



Muchos de los dispositivos demostrativos que se están construyendo, llegarán a ser comunes conforme su manufactura sea más refinada y mejore su desempeño.

Los SQUIDS que pueden detectar señales magnéticas débiles del corazón o el cerebro, llegarán a ser una herramienta común para diagnósticos de enfermedades.

Las pruebas realizadas muestran que estos sensores pueden localizar las áreas del cerebro responsables de la epilepsia.

Por otro lado los SQUIDS tendrán un uso en pruebas no destructivas para tuberías viejas y puentes ya que el metal debilitado o fracturado produce una señal magnética única.

Menos visibles pero muy importantes desde el punto de vista económico, los superconductores de temperaturas altas participarán en sistemas de comunicaciones de microondas actuando como filtros y antenas.

Estos, incrementarán la capacidad de estaciones de telefonía celular y, también, serán parte del equipo de aviones militares para filtrar señales de radares externas que podrían interferir en las computadoras que van a bordo.

Las áreas urbanas populares verán que los cables de energía bajo tierra serán reemplazados con líneas superconductoras para cubrir la demanda, cada vez mayor, de electricidad.

Tales líneas de transmisión podrán reducir, aproximadamente, un 15% las pérdidas causadas por la resistencia eléctrica.

Las estaciones de potencia podrán proporcionar una estabilidad mayor en el voltaje para una sociedad dependiente de la computadora.

El almacenamiento de energía también es posibilidad fuerte. Los dispositivos de almacenamiento de energía magnética de superconducción, utilizando superconductores de baja temperatura, ya se están probando.



Esencialmente una bobina superconductiva podría ser cargada y entonces, juntando sus terminales, la corriente fluiría, teóricamente, sin pérdidas.

Cuando se necesite la electricidad, la bobina será colocada de regreso en la red principal, proporcionando un incremento de electricidad.

En la superconductividad los materiales muestran propiedades eléctricas y magnéticas inusuales que desafían al conocimiento que prevalece.

Se sospecha que muchos mecanismos actúan conjuntamente para producir la superconductividad.

Una vez que el comportamiento de los materiales sea comprendido, podrán alcanzarse temperaturas de transición más altas.

La marca confirmada para una sustancia bajo condiciones normales es a 134 [K], observada por primera vez en 1993 por Andreas Schilling en óxido de cobre de calcio y bario.

Una vez que el compuesto se comprimió, se alcanzó la temperatura crítica de 164 [K].

Tal temperatura, igual a -109 [° C], es alcanzable con tecnología utilizada en el aire acondicionado.

De hecho podría tenerse un superconductor a una temperatura ambiente, aunque la mayoría de las teorías excluyen esta posibilidad.

Por el momento el factor costo - beneficio determina el resultado, por lo que el reto es reducir el precio del proceso del material, de la fabricación del dispositivo y de la implementación de la tecnología.



3.7. Ingeniería industrial.



3.7.1. La ingeniería industrial en México.

I. Introducción ¹.

1.1. Antecedentes de la Ingeniería Industrial.

La ingeniería industrial nace con la Revolución Industrial de forma anárquica y con apoyo en instrumentos simples y rudimentarios, pero conforme la industria avanza y va teniendo mayores necesidades de sistematizar los procesos de producción y administración, sus herramientas, procesos, procedimientos y técnicas, se desarrollan y fundamentan cada vez más, en los avances del conocimiento científico y tecnológico. Taylor, considerado el padre de la ingeniería industrial, hizo aportaciones importantes en la sistematización de procesos por medio de la integración de los factores humanos, técnicos y de los materiales de producción, siendo su objetivo principal elevar la productividad dejando en segundo plano la humanización del trabajo. Aunque casi todos los teóricos posteriores a Taylor hicieron de la producción una meta general, enfatizaron en la relevancia de los factores humanos, y en un concepto nuevo concepto sobre la calidad de vida en el trabajo; es hasta la 2a. Guerra Mundial, cuando se empiezan a practicar los preceptos taylorianos.

¹ Algunas partes tomadas de "Oferta - demanda de ingenieros industriales", COSNET, 1994.



Esta aplicación se realiza con el fin de aumentar la producción, y se inician los planes de incentivos y facilidades para los trabajadores, se aumenta la capacidad tecnológica y los procedimientos de control de las industrias.

Es así que la ingeniería industrial adquiere ciertas características que aún conserva en la actualidad. En 1955 se le da una definición específica que tiene que ver con el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo para aumentar y mejorar la producción industrial. Su función se basa en el conocimiento especializado y habilidades en matemáticas, física y ciencias sociales, así como en los principios y métodos de análisis para especificar, predecir y evaluar los resultados de la producción.

El propósito de la ingeniería industrial, en un primer momento, fue primordialmente el aumento de la eficiencia del trabajador industrial por medio de la aplicación de algunos principios técnicos, y cierta habilidad para organizar, además del empleo de sistemas de incentivos para la producción.

Con el paso del tiempo, el interés por los programas de ingeniería industrial ha crecido y muchas universidades y colegios crean departamentos de especialización en Canadá, Europa, Australia y América Latina.

La gran extensión del conocimiento industrial, su aplicación en los negocios y en los problemas de la empresa, el incremento en la disponibilidad para que se gradúen ingenieros industriales y la expansión continua de la economía mundial, han sido factores en el desarrollo y aceptación de la carrera de ingeniería industrial.

Actualmente la ingeniería industrial es un conjunto de ciencias y técnicas en pleno desarrollo, que han surgido de la idea concebida por Taylor al aplicar los principios de la técnica y de las ciencias físicas y la administración industrial. El objetivo inmediato es la mejora de la productividad, de los ingresos del trabajador y la reducción de costos, para propiciar una competitividad mayor y el auge económico de la empresa.

1.2. Antecedentes de la carrera de ingeniería industrial en México.

En México, la carrera de ingeniería industrial se ha ido posicionando en las universidades e instituciones de educación superior públicas y privadas en diversas etapas.

Quizá, el inicio de esta carrera se pueda ubicar en 1950, en el *Colegio Militar* con un enfoque hacia las máquinas y las herramientas.

En 1960, en los institutos tecnológicos, surge la carrera de ingeniería industrial con especialidades en las áreas : eléctrica, química, mecánica, electrónica y en sistemas.

En 1964 comienza sus actividades el *Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial (CENETI)*, para preparar ingenieros industriales en las áreas: electrónica, eléctrica, civil, máquinas - herramienta, mecánica automotriz, metales laminados, fundición y acabados superficiales.

En 1967 se crea la carrera de ingeniería industrial en la UNAM, siendo uno de los impulsores principales el Ing. Manuel Viejo Zubicaray.

En 1972 la *Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA)* del IPN, crea la carrera de ingeniería industrial mediante un sistema de educación interdisciplinaria, y actualmente ofrece las especialidades de : procesos, administración de la producción, evaluación de proyectos, higiene y seguridad; y automatización y robótica. A través del tiempo, el campo de aplicación del ingeniero industrial ha variado y se ha ampliado conforme la industria crece y se sofistican sus procesos productivos. Por esto el ingeniero industrial se ha transformado, de ser un ingeniero de métodos y de distribución de planta, a ser un integrador y coordinador de las diversas fases de la producción que tienen que ver con los recursos materiales y técnicos, con el fin de elevar la capacidad competitiva de las industrias.

I.3. La reforma de la educación superior tecnológica y la carrera de ingeniería industrial.

La carrera de ingeniería industrial se reformó con el objetivo de impartir una formación genérica y al término del plan de estudios, diversas especialidades que cubran las necesidades empresariales de la región, donde se localizan los institutos tecnológicos que la ofrecen.

El propósito es que el egresado adquiera los conocimientos básicos pero con una formación sólida de la ingeniería industrial y al mismo tiempo, una adaptación más efectiva en sus campos de aplicación y desarrollo.

En el momento de la reforma, existían 9 carreras cuya nominación iniciaba con "ingeniería industrial", posterior al análisis de campos disciplinarios se consideraron cuatro carreras para la racionalización, siendo éstas las siguientes: ingeniero industrial, ingeniero industrial en producción, ingeniero industrial en sistemas e ingeniero industrial y de sistemas.

Las cinco carreras restantes fueron consideradas como parte de las ingenierías: mecánica, eléctrica, electrónica, materiales y química, las cuales al finalizar el proceso de reforma se consideraron como especialidades.

El objetivo de la carrera de ingeniería industrial que surge de la Reforma Educativa es: "formar profesionales emprendedores, analíticos y creativos que mejoren la productividad del sistema de producción, de bienes y servicios mediante el uso adecuado de los recursos disponibles, actuando como agentes de cambio en su disciplina y comprometidos con la problemática nacional". La estructura del plan se basa en cuatro áreas curriculares y cada una se refiere a los conocimientos indispensables en la formación del ingeniero industrial: ciencias básicas y matemáticas, ciencias de la ingeniería, diseño de la ingeniería; y, finalmente, ciencias sociales y humanidades.



II. Estructura empresarial en México².

II.1. Clasificación.

La clasificación empresarial mexicana, vigente a diciembre de 1993, por parte de la *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)*, es la siguiente :

- ♦ **Micro empresa** : es la empresa que tiene ventas anuales máximas de N\$ 900 000 y de 1 a 15 empleados.
- ♦ **Pequeña empresa** : es la empresa que tiene ventas anuales entre los N\$ 900 000 y N\$ 9 000 000, y de 16 a 100 empleados.
- ♦ **Mediana empresa** : es la empresa que tiene ventas anuales entre los N\$ 9 000 000 y N\$ 20 000 000 y de 100 a 250 empleados.
- ♦ **Gran empresa** : es la empresa que rebasa los N\$ 20 000 000 anuales de ventas y tiene 250 empleados.

Se considera que si alguna empresa rebasa alguno de los dos parámetros pasa a formar parte del siguiente estrato.

II.2. Estructura.

De acuerdo a informaciones oficiales, existen en México alrededor de 1.3 millones de empresas nacionales.

² Algunas partes tomadas de "Oferta - demanda de ingenieros industriales", COSNET, 1994.

De este complejo empresarial, el 96 % es micro empresa, el 2 % mediana empresa, el 2 % restante es gran empresa o maquiladora.

El 57 % de este universo empresarial, son empresas dedicadas al comercio, el 31.3 % a los servicios y el 11.3 % al sector industrial.

II.3. Problemática empresarial.

El sector empresarial mexicano, en su mayor parte integrado por micro y pequeñas empresas, presenta, entre otros, la siguiente problemática particular : a nivel del proceso productivo, existe subutilización de su capacidad instalada como consecuencia del atraso en la tecnología utilizada; dificultad para programar la producción y limitado acceso a servicios de ingeniería. No existe articulación interempresarial para realizar compras en común de materias primas e insumos, así como para acceder en condiciones mejores al crédito bancario, lo cual deriva en una acumulación inestable y costosa de insumos por efectuar sus compras al menudeo, así como en dificultades financieras para la adquisición de equipo y maquinaria.

Por otra parte, debido a los pequeños volúmenes de producción de estos estratos industriales, en ocasiones no se puede negociar y cumplir con las condiciones que exigen las cadenas de distribución. Resulta muy débil también la estructura promocional y limitada su capacidad para penetrar en mercados de exportación, debido a la irregularidad en volumen y calidad de productos. La administración de estas empresas es poco actualizada y sistematizada escasamente, hecho que dificulta la aplicación de métodos para la evaluación de costos y mercados. Las limitaciones productivas principales de origen tecnológico que con frecuencia registra la micro y pequeña industria, radican en la obsolescencia del equipo y su mantenimiento ineficiente, disposición del flujo de producción inadecuada, ausencia de métodos de control de calidad, integración horizontal excesiva al realizar todo el proceso en planta, así como el surgimiento de "cuellos de botella" generados por la existencia de procesos productivos más eficientes que otros.



II.4. Desarrollo regional.

Comparando también el proceso de industrialización regional, se observa que la industria manufacturera en la región norte de la República Mexicana representa el 30 % de su infraestructura económica, en comparación con el 8 % con el que cuenta la región sur.

El norte del país agrupa a más de la tercera parte del personal que labora en la industria manufacturera nacional y una cuarta parte de la inversión en activos fijos, además de que en esa región se localiza la mitad (50 %) de los parques y zonas industriales existentes en el país.

Su desarrollo ha sido muy dinámico en las ramas química, metálica básica, maquinaria y equipo, y maquiladoras donde existe una planta industrial muy importante enfocada a la exportación.

En cambio en el sur, la actividad industrial es marginal y poco dinámica, lo que propicia una menor generación de empleo y una creación reducida de zonas industriales.

La industria manufacturera tiene poca significación, inclusive a nivel regional; excluyendo a las empresas petroleras, la mayor parte de los establecimientos son factorías pequeñas y medianas dedicadas a producir alimentos y bebidas, textiles y madera.

Por otro lado, la dinámica productiva y de comercialización con el exterior propició cambios en la actividad productiva, principalmente en el ámbito industrial. Por tanto, la estructura de producción regional ha aportado un mayor beneficio a los estados localizados al norte del país. En este contexto de condiciones irregulares para el sector empresarial, las funciones del ingeniero industrial se diversifican y multiplican para incidir en la productividad de las empresas, con acciones diferentes y con niveles de complejidad diferentes, adquiriendo una importancia significativa ante escenarios de apertura comercial.



III. Perspectivas del ingeniero industrial.

En economías de mercados abiertos, como la de México, la oferta de productos y servicios es regulada por la demanda, lo que no sucede en políticas económicas en las que existe proteccionismo industrial. Estos hechos, al unísono del desarrollo tecnológico, determinan las necesidades constantes y novedosas de mercado, lo que requiere innovaciones y mejoramiento continuo en los métodos, técnicas, procedimientos y en la tecnología industrial.

Es por ello que, si se considera que los productos novedosos que en este momento abastecen el mercado en poco tiempo se convierten en obsoletos, se va necesitando que las empresas mexicanas cuenten con procesos de manufactura flexible que faciliten la adaptación de los métodos que la industria utiliza, a las circunstancias, políticas y necesidades del mercado en cualquier momento. De igual manera, para que esto pueda suscitarse, también se requiere que la formación de los recursos humanos en los diversos niveles educativos, pero principalmente en el nivel superior, sea flexible, permitiendo al profesional adaptarse a cualquier escenario que se le presente.

III.1. El reto de la ingeniería industrial ante la apertura económica.

En la industria, uno de los profesionales de impacto mayor para el desarrollo y competitividad de la empresa es el ingeniero industrial, al cual se le ha considerado como el ingeniero de la productividad, ya que las funciones adquiridas a través de un proceso de desarrollo histórico de la misma profesión, le permitan tener una visión panorámica de lo que es la empresa, de tal manera que tiene la facilidad de integrar recursos y procesos, al mismo tiempo que conjugarlos con la dinámica externa a la empresa.



En este contexto, el ingeniero industrial juega un papel relevante y coadyuvante en la generación y desarrollo de la industria nacional, lo que resalta la importancia de la profesión en el marco de la economía global y en el desarrollo económico del país a corto, mediano y largo plazo.

Sin embargo, existe cierto desconocimiento en el sector empresarial de lo que es el ingeniero industrial, sus características y funciones, y la incidencia que éste tiene en la productividad, sobre todo en las industrias micro, pequeñas y medianas.

III.2. La ingeniería industrial y la productividad empresarial.

La productividad se considera como el uso óptimo de todos los recursos para obtener con calidad su aprovechamiento máximo, por ello, las actividades del ingeniero industrial inciden en las diferentes áreas de la empresa de manera estrecha con los sistemas productivos, desde las entradas, los procesos en sí y las salidas.

En las entradas, su función es la adquisición de todo tipo de recursos, desde materiales y tecnologías hasta los recursos humanos, seleccionando bajo normas de calidad a aquellos que satisfagan la demanda de la empresa.

En los procesos productivos, mejora y agiliza los procedimientos utilizados, evitando cuellos de botella, a través de la utilización de técnicas clásicas como la medición de tiempos y movimientos hasta las técnicas más modernas, también adaptar de manera continua la tecnología, los métodos y procedimientos utilizados. Por ello, se enfrentará a retos como la integración y coordinación de grupos de trabajo, a problemas de motivación laboral y de conducta organizacional. Es por lo que, todas estas funciones, permiten al ingeniero industrial tener una relación estrecha con la productividad de la empresa y ser el profesional que puede coadyuvar de manera directa en la competitividad empresarial, ya que por la naturaleza de sus actividades, se ve implicado estrechamente con el sistema productivo de la empresa.



Cabe mencionar que la productividad no se refiere únicamente a la mano de obra, sino que también deben considerarse todos los recursos disponibles con el propósito de obtener el máximo provecho. Esta vinculación es la que hace que se considere al ingeniero industrial como un factor de singular importancia en el desarrollo de la empresa, de manera social y económica, tomando en cuenta que su papel ha sido de coordinador y organizador de estrategias de cambio, lo que le permite lograr una buena productividad.

Es así que, el ingeniero industrial debe mantener el nivel de ocupación total, disponer de programas equilibrados de desarrollo económico, aumentar la capacidad de ahorro y su utilización correcta para acrecentar la mecanización, racionalizar la organización técnica y administrativa, división del trabajo, elasticidad y adaptación de la mano de obra, avance tecnológico, solidaridad y espíritu de colaboración dentro de la empresa entre los patrones y trabajadores, aumento del rendimiento de los trabajadores, y una distribución equitativa de los beneficios resultantes de una productividad mayor entre el capital, el trabajo y los consumidores.

III.3. Perspectivas de la ingeniería industrial en México.

En la medida en que implante la ingeniería industrial como una herramienta de práctica normal, se incrementará la productividad para obtener resultados como los siguientes: aumento en la eficiencia de recursos, mayor producción de bienes y/o servicios a menor costo, incremento en el salario real del trabajador, captación mayor de recursos económicos obtenidos por exportación de productos y recaudación de impuestos, satisfacción de la demanda requerida, productos de calidad y cantidad mayores y cantidad a precios competitivos internacionalmente.

Como se puede observar, el objetivo principal del ingeniero industrial es incrementar los índices de productividad a través del diseño de sistemas que hagan un mejor uso de los recursos disponibles de la organización, y en especial, de los recursos humanos, que mediante una capacitación adecuada, mantengan un ritmo creciente de eficiencia.



Las funciones diversas que el ingeniero industrial puede realizar en una empresa, se particularizan dependiendo de su tamaño, organización y necesidades, de tal forma que la incidencia de este profesional varía en cuanto a sus acciones a seguir, no en su objetivo principal que es generar productividad.

En términos generales, el ingeniero industrial se enfoca a aspectos de la producción como son, entre otros, los siguientes :

- ☛ El área operativa como soporte de la producción, control de calidad, solución de problemas en línea, entrenamiento, etc.
- ☛ La optimización de sistemas y procesos completos en cuanto a costos, uso de recursos, flujo de materiales, estandarización de procedimientos y trabajos de grupo.
- ☛ El diagnóstico y anticipación del cambio organizacional a través de la planeación estratégica, los modelos de liderazgo, las relaciones humanas, y la comunicación organizacional.

IV. Oferta educativa en Ingeniería Industrial.

IV.1. Evolución de la matrícula, 1989 - 1992.

El análisis de la matrícula de la carrera de ingeniería industrial se hizo tomando en consideración las instituciones de educación superior públicas siguientes :

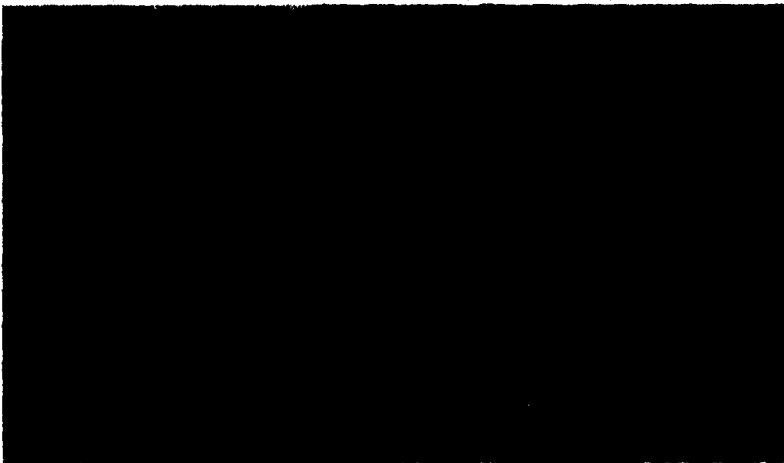
- ☛ *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*
- ☛ *Instituto Politécnico Nacional (IPN)*
- ☛ *Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)*
- ☛ *Institutos Tecnológicos de la República (IT)*



En cuanto a las instituciones educativas privadas que ofrecen la carrera de ingeniería industrial o afines a ésta, se tomaron en cuenta al *Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)*, en algunos de sus campus, la *Universidad Anáhuac (UA)*, y la *Universidad Ibero Americana (UIA)*.

Como puede observarse en la tabla siguiente, la matrícula de esta carrera se incrementó en aproximadamente un 30 % durante el periodo 1989 - 1992, lo que la ubica como una de las carreras de ingeniería de demanda mayor por parte de los educandos. Lo que es notable es que este incremento se localiza principalmente en los institutos tecnológicos, los cuales están ubicados a lo largo y ancho del territorio nacional. Esto significa por una parte, que la demanda social para estudiar esta carrera se centra principalmente en las diferentes entidades federativas, y por otra, que el desarrollo empresarial regional tiene más posibilidades de contar con estos profesionistas en sus lugares de origen.

Matrícula de ingeniería industrial en instituciones de educación superior de 1989 a 1992.



• Campus Estado de México y Ciudad de México.



Como se puede observar en la tabla anterior, los institutos tecnológicos engloban aproximadamente al 75 % de la matrícula de ese periodo, en tanto que las otras instituciones públicas prácticamente mantuvieron el número de alumnos en esta carrera, pues los incrementos pequeños que se tuvieron no fueron significativos.

Es posible afirmar que los institutos tecnológicos se ubican como las instituciones líderes en la formación de ingenieros industriales en el país, y por la tendencia que sigue el desarrollo empresarial ésta se va a considerar en el futuro.

Los institutos tecnológicos con mayor matrícula se encuentran ubicados en zonas industriales de manufactura o maquila, con excepción del plantel Durango, cuya ciudad carece de una infraestructura empresarial tanto productiva como de servicios, pero su demanda es alta debido a que exporta profesionales en ingeniería industrial a otras localidades como son Ciudad Juárez, Matamoros y Mexicali entre otras. Por su parte, en general todas las instituciones estudiadas han incrementado el número de egresados de sus carreras de ingeniería industrial o afines. Este incremento, como es natural, es más o menos proporcional a su incremento en la matrícula, como se muestra a continuación.

Egresados de la carrera de ingeniería industrial de 1988 a 1991.



• Campus Estado de México.



De la tabla anterior, se observa que, como en el caso correspondiente de la matrícula, la institución con número mayor de egresados en el país de la carrera de ingeniería industrial o afines en el periodo de 1989 a 1991, fueron los institutos tecnológicos, siendo relevante su participación debido a que su aportación se da en las diversas regiones del país, en las zonas industriales principales y en toda la zona fronteriza del norte, lo que permite diversificar la formación de especialidades de sus profesionales, dependiendo de las necesidades industriales y del mercado.

La oferta de estos profesionales, tanto en instituciones públicas como en privadas, se ha incrementado de manera significativa en los periodos escolares últimos, lo que obliga a los responsables académicos a reflexionar sobre las expectativas ocupacionales de los egresados, sobre todo en las actuales de insuficiente apertura de empleos. Por ello, es muy importante difundir el papel del ingeniero industrial en el desarrollo económico, para que los empleadores tengan conciencia de los beneficios que les acarrearía contratar un ingeniero industrial que, por su formación, está capacitado para apoyar en una forma importante el desarrollo de sus negocios.

IV.2. El análisis curricular.

El análisis de los programas de estudio que conforman el plan de las carreras de ingeniería industrial o afines en las instituciones estudiadas, se hizo tomando en cuenta la carga horaria que se asigna a las asignaturas de las tres áreas siguientes:

- Ciencias básicas y matemáticas.
- Ciencias de la ingeniería aplicada.
- Ciencias sociales - económico - administrativas y humanidades.

De acuerdo con este criterio, se obtuvo la tabla que se muestra a continuación, indicando la distribución de asignaturas correspondientes a cada una de dichas áreas.



Porcentaje de asignaturas por áreas de conocimiento.



V. Demanda cuantitativa y cualitativa de ingenieros industriales.

Considerando la tendencia del mercado laboral, es de esperarse que la economía mexicana contrate a 84 mil profesionistas entre 1990 y 2000. De este modo, con más de 100 000 egresados superiores cada año, de los cuales alrededor de 5 000 corresponden a la carrera de ingeniería industrial del país, el mercado laboral profesional no será capaz de darles empleo a todos ellos.



Se estima que aproximadamente el 6% o el 7% a lo más de los profesionistas que serán contratados serán ingenieros industriales, es decir, que de los 50 000 ingenieros industriales que egresarán a finales de siglo, solamente 5 840 se podrán contratar en su especialidad.

Debe hacerse notar que estas predicciones cuantitativas deben sujetarse a comprobación y de acuerdo al desarrollo de las circunstancias pueden variar positivamente. No obstante, independientemente de la veracidad de esta demanda cuantitativa pronosticada, sí debe ser motivo de reflexión de los cuerpos académicos, para que logren un acercamiento mayor con el sector productivo, y abran campos de formación donde las posibilidades de empleo de los egresados sean mayores.

Es conveniente destacar que hay una opinión generalizada acerca de la importancia que tendrá la función del ingeniero industrial ante las perspectivas del sector empresarial en materia de alcanzar estándares de competitividad internacional.

Por otra parte, en vista de que la economía del país está creciendo rápidamente, el área de los servicios públicos y privados está en camino de ser una fuente de trabajo importante para estos profesionistas.

En términos generales, se requiere que el ingeniero industrial posea una formación interdisciplinaria que combine una fuerte preparación técnica que le permita solucionar problemas de la producción, mediante la coordinación de los esfuerzos de otros especialistas en áreas específicas de la técnica y de la ingeniería. Asimismo, debe estar capacitado en los aspectos administrativos, en el manejo del personal y saber otros idiomas, primeramente el inglés.

V.1. Formación académica.

El ingeniero industrial debe tener una formación que le permita integrar grupos de distintos especialistas, para resolver la problemática de la productividad y la calidad de las empresas.



Debe buscar, consecuentemente, los medios para elevar la competitividad de las empresas.

Esto lo obliga a tener una formación interdisciplinaria para poder identificar los problemas de la producción que tienen que ser resueltos por otros especialistas.

Debe tener un conocimiento global de las diversas fases de la producción y de todos los elementos que intervienen en el desarrollo empresarial.

En este contexto, el ingeniero industrial debe tener el dominio de los aspectos sociales y económicos del país, debe saber administrar recursos financieros, y tener un amplio conocimiento de las técnicas modernas de la producción, de las tecnologías de vanguardia en el campo de su empresa, debe ser capaz de realizar estudios del trabajo, saber comercializar sus productos, y en la medida que tenga que ver con exportaciones, debe conocer de normalización y metrología.

Es decir, el ingeniero industrial debe estar involucrado en el desarrollo de toda la empresa, desde los insumos hasta los productos pasando por todos los aspectos involucrados en los procesos de producción, distribución y comercialización, todo ello con el fin de que sea capaz de proponer mecanismos para hacer más competitivas a las empresas.

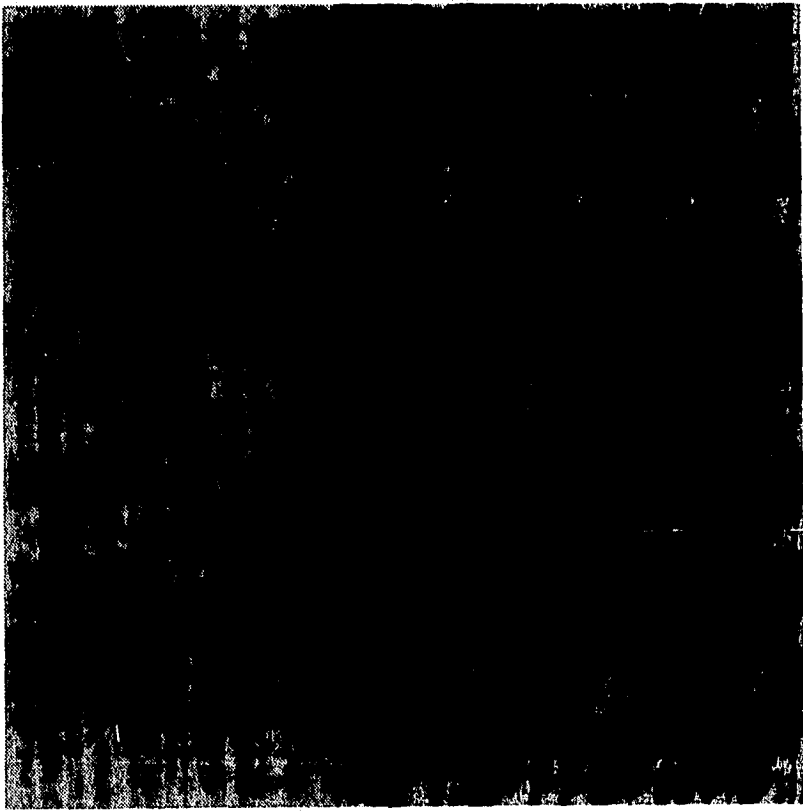
Para el logro de esta formación es indispensable que tenga una formación importante en matemáticas, física y química; en la planeación y evaluación de proyectos; en ingeniería de manufactura de clase mundial; en calidad y mejora de la productividad; en aspectos ambientales; es conveniente que entienda de comercio y economía internacional, así como de representación de marcas y distribución en el extranjero, y de los aspectos legales directos e indirectos involucrados.

El ingeniero industrial debe saber de relaciones humanas y manejo de grupos. Además es indispensable que sepa al menos otro idioma, preferentemente inglés o francés, tanto básico como técnico.



Por su parte, las especialidades de ingeniería industrial que de manera general tienen una demanda mayor por parte del sector empresarial son : manufactura flexible, recursos humanos, automatización, sistemas de manufactura de clase mundial, sistemas integrales de calidad que incluye el ISO 9 000, normalización, sistemas modernos de fabricación, ergonomía, justo a tiempo, desarrollo y administración de proyectos, diseño, comercialización, sistemas de servicios logísticos, sistemas de higiene y seguridad, administración y economía.

Especialidades en ingeniería industrial demandadas en algunas zonas de México.





V.2. Habilidades y actitudes.

El ingeniero industrial debe ser :

- ✓ Un agente de cambio.
- ✓ Hábil para coordinar equipos de trabajo.
- ✓ Capaz de administrar la calidad de la producción.
- ✓ Hábil para administrar en situaciones de crisis, derivadas de las transformaciones que está experimentando el país, tomando decisiones rápidas y eficientes para resolver problemas y no afectar el funcionamiento de las empresas.
- ✓ Capaz de motivar a la base trabajadora, de participar y colaborar con equipos interdisciplinarios, manejar herramientas de alta calidad, establecer sistemas de comunicación organizacional y la de aplicar técnicas que le permitan realizar investigación y desarrollo tecnológico.



Además, el ingeniero industrial, como integrador de las diversas acciones de una empresa, debe ser emprendedor, con actitudes de excelencia en el hacer, tanto de su vida personal como en aquello que compete a su actitud profesional, lo que requiere un alto sentido de responsabilidad.

Las actitudes de líder, de innovación y de creatividad, son indispensables en la coordinación de una empresa que pretenda ser competitiva, por ello, estas son características que debe poseer el ingeniero industrial.

La seguridad y agresividad para vender sus ideas, serán elementos que le abran los caminos hacia el éxito.

Ser dinámico, trabajar con rapidez y tener una actitud de superación constante, son actitudes inherentes a una persona que se encuentra en un cambio continuo y al ritmo de la época actual. Finalmente, el ingeniero industrial debe tener ética profesional para actuar correctamente en el desempeño de su profesión.

VI. Oferta -demanda de ingenieros industriales.

VI.1. Perspectivas de la ingeniería industrial.

- ⇒ Para el sector empresarial, las funciones del ingeniero industrial se diversifican y multiplican con el fin de mejorar y elevar la productividad en las empresas, a través de acciones diversas y con diferentes niveles de complejidad, por lo que este profesional adquiere una relevancia significativa ante escenarios de apertura comercial.



- ⇒ A nivel nacional se espera que empresas extranjeras se establezcan en el país, por lo que la figura del ingeniero industrial dentro de este nuevo entorno, es la de poder desarrollarse en todos los campos industriales de servicios, debido a que posee conocimientos generales del ámbito empresarial.
- ⇒ El objetivo principal del ingeniero industrial es incrementar los índices de productividad a través del diseño de sistemas que hagan un uso mejor de los recursos disponibles de la organización y mantengan un ritmo creciente de eficiencia.
- ⇒ Las características que el sector empresarial demanda del ingeniero industrial en las diversas regiones del país, se particularizan de acuerdo a las formas de producción y necesidades industriales que prevalecen en cada zona, pero existe el consenso de que se espera un aumento en la creación de empleos nuevos en el sector de servicios y del comercio para los años próximos.

VI.2. Mercado de trabajo.

- ⇒ Actualmente no existe una conciliación entre oferta y demanda en la formación de ingenieros industriales, ya que por parte del sector educativo público, prevalece el enfoque técnico, y el sector empresarial demanda un ingeniero con mayores conocimientos en áreas administrativas, con mayor énfasis en cuestiones de ingeniería aplicada a mejorar los servicios, campo de trabajo que día a día se hace más amplio.
- ⇒ Con los planes de expansión comercial, consecuencia de la apertura económica, es posible que este desbalance entre la oferta y la demanda, se mejore, aunque esto no se vislumbra a corto plazo.



VI.3. Perfiles de formación.

- ➔ El mercado de trabajo exige de los profesionistas en general y de los ingenieros industriales en particular, conocimientos nuevos, habilidades y actitudes, como requisito indispensable para su ubicación ocupacional.

Ahora se requieren profesionistas que sepan expresar con seguridad lo que saben hacer, que sean agentes del cambio, que sean emprendedores y líderes, sobre todo cuando tienen que ver con la integración de esfuerzos de distintos agentes de la producción, como es el caso del ingeniero industrial.

- ➔ Este tipo de cualidades se fomentan insuficientemente en las instituciones educativas públicas, por lo que sus egresados muchas veces cuentan con la formación técnica adecuada, pero sus planes de ascenso en la estructura jerárquica empresarial se ven limitados.
- ➔ Existe cierto desconocimiento, sobre todo en la empresa micro y pequeña, de las funciones y alcance de los ingenieros industriales, para beneficiarlas, debido a que los institutos tecnológicos no han promocionado adecuadamente la carrera ni las cualidades de sus profesionistas, los cuales son capaces de incrementar la productividad y hacer competitivas a las empresas.

VI.4. Vinculación con el sector productivo.

- ➔ Parte de los empresarios desean abrir sus puertas a las instituciones educativas bajo condiciones adecuadas de concertación.



Actualmente, consideran que el servicio social y las prácticas profesionales son sólo un trámite, de hecho no beneficia ni a los estudiantes ni a las empresas.

- Se ha dado la oportunidad a estudiantes y profesores de practicar en algunas empresas, pero sólo se ve como un mero trámite educativo con cierta apatía para aprender técnicas nuevas, siendo así como podrían realmente actualizar sus conocimientos.
- Otra situación que prevalece en el ámbito empresarial, sobre todo en la empresa micro y pequeña, es la falta de interés por parte de los propietarios de participar en la vinculación escuela - industria, al desconocer los beneficios que mutuamente podrían resultar de ello y no creer que la solución de sus problemas podría estar en manos de los académicos.

Un punto importante y benéfico, para aprobar y apoyar la vinculación escuela - industria, observable en los institutos tecnológicos, es el hecho de que la gran mayoría de estos no cuentan con laboratorios actualizados tecnológicamente, por lo que los estudiantes carecen de conocimientos sobre métodos automatizados o técnicas productivas nuevas.

Al haber una vinculación escuela - industria mayor se actualizarían los conocimientos de los futuros ingenieros industriales con el uso del equipo moderno de las empresas, y éstas estarían en posibilidad de contratar personal más calificado.

Existe una disposición buena por parte de los empresarios para abrir las puertas de sus empresas y participar en las residencias curriculares, a partir de un compromiso serio de vinculación, con lo que la comunidad de los institutos tecnológicos podría tener acceso al equipo de las industrias para aplicar en situaciones reales los conocimientos teóricos adquiridos.



3.7.2. La instrumentación de los hospitales en espera de la calidad total.

En un hospital moderno de tamaño medio, el valor del equipo médico está estimado en, aproximadamente, 18 000 dólares por cuarto.

Últimamente, se observa un recorte importante en los recursos económicos para adquirir tales equipos, con lo cual, la renovación de éste ha sido mucho más difícil.

Consecuentemente, el promedio de vida del equipo médico ha aumentado de seis o siete años a diez años, para, posteriormente, caer en la obsolescencia. Este problema, el que un equipo médico se vuelva obsoleto, tiene tres causas principales. Estas causas son las siguientes.

- **Técnica.** La técnica es la causa más conocida. Debido a lo deteriorado del equipo se vuelve pasado de moda en cuanto a las innovaciones, además de la obsolescencia legal que se sufre.
- **Ciencia.** La obsolescencia consecuente del desarrollo de la ciencia se debe a la disponibilidad de las metodologías nuevas, debido a la introducción de innovaciones en el instrumental. Además se puede incluir el avance importante en las imágenes radiográficas, en los laboratorios de análisis y en la endoscopia.
- **Seguridad.** La tercera causa es la introducción de las medidas de seguridad estrictas debidas a los requerimientos de la misma sociedad, pero, con el costo alto del equipo (debido a la tecnología empleada para la creación de éste) se ve un atraso en este sentido. Todo esto será para cumplir con las disposiciones oficiales que señala el gobierno en marcha.



El equipo es algo que involucra a todo un sistema muy complejo, el cual satisface los requerimientos para asegurar un servicio de calidad. Como una consecuencia del paso del tiempo, los hospitales dejan ver sus deficiencias ante el equipo médico nuevo, lo cual constituye un problema muy grave en cuanto a los recursos económicos del mismo hospital.

Es por eso que se debe escoger de una manera acertada el mejor equipo, para así garantizar que se aprovechen al máximo los recursos económicos y que las funciones requeridas sean las adecuadas.

3.7.3. La calidad siempre está de moda.

La vida en la actualidad está en una dependencia constante y creciente de los productos y servicios. Algunos de estos productos son los automóviles, las computadoras, las televisores, etc. Estos productos han sido puestos a nuestra disposición, listos para ser usados de inmediato.

Análogamente, algunos de los servicios mencionados pueden ser: la transportación, los servicios bancarios, etc. Este tipo de servicios y productos son requeridos con frecuencia, tanto por el sector público como por el privado.

La eficiencia proporcionada por todos y cada uno de los productos y servicios citados, es esencial para la vida actual. En otras palabras, la calidad de los productos y servicios que cada persona utiliza, determina la calidad de su vida.

La búsqueda de la calidad es la búsqueda de la satisfacción del cliente, la cual es imperativa y característica principal de los 90's. Esto es fundamental para el logro del objetivo final de la producción o de los servicios excelentes, lo cual es el foco de atracción para los compradores actuales.



Todo eso ha producido un cambio radical en la mentalidad de las personas y una reestructuración en la organización de las compañías. Es por esto que tales compañías han tenido que entender cuál es su importancia al tener que certificar la calidad para las industrias buenas.

Indudablemente esto se debe a los factores con los que la industria opera, ya que si no se cumple con los requerimientos de otras industrias; se tiene que establecer un parámetro.

Los elementos esenciales de esta filosofía se resumen como se muestra a continuación.

- ☺ Identificación de la demanda del mercado.
- ☺ Eliminación de los defectos, tanto como sea posible.
- ☺ Eliminación de las actividades que no aumenten el valor del producto.
- ☺ Creación de una flexibilidad mayor.
- ☺ Implementación de una política de mejoras continuas.
- ☺ Involucración de todo el personal.

Algunos estándares generales pueden servir a la empresa como guía para que defina su sistema de aseguramiento de la calidad. Los estándares necesarios para el *Sistema de Aseguramiento de la Calidad* están contenidos dentro de las normas ISO 9000 con algunas extensiones como lo son: ISO 9001, 9002, 9003 y 9004.

Éstas representan la síntesis más avanzada de los mismos estándares de calidad desde que fueron incorporados a los países industrializados.

La certificación del cumplimiento consiste en un certificado emitido por un auditor externo, quien verifica que el producto cumpla con los estándares particulares o las especificaciones técnicas requeridas.



La práctica de la certificación no era tan común en años pasados, actualmente se presentan con una difusión creciente.

La certificación es una garantía de calidad sólo si es interpretada acorde a su espíritu verdadero, algo dinámico, lo cual origina mejoras continuas, solamente así se puede garantizar que se está cumpliendo con esta certificación, ya que de lo contrario, ésta sería algo estático y burocrático, algo donde un papel determinaría lo que es la calidad.

La calidad intenta, de alguna manera, obtener el beneficio de la compañía y del cliente, de la comunidad en general.

La actividad dinámica y constante es requerida, cuando el cliente comunica al departamento de ventas sus necesidades, lo que se vuelve una cascada verdadera dentro de los departamentos de la empresa. Es por eso que se crearon los *círculos de calidad*, en los que la información es fundamental, con lo que poco a poco se va teniendo más relación con los otros departamentos.

De esta manera, si una pieza de la producción presenta algún problema, es detenida y devuelta al departamento que la manufacturó y la información sirve para corregir dicho defecto.

Lo anterior significa que se está logrando una mejora constante, paso a paso, realizándose así una práctica no burocrática.

Para alcanzar estos niveles de calidad, es necesario que, desde un principio, se involucre todo el personal, que se le haga consciente de que su participación es muy importante dentro del sistema y que de él depende la calidad de lo que se produzca.

El concepto de aseguramiento de la calidad, fue introducido en la década de los años ochenta, y en la actualidad es parte del requerimiento que se necesita para obtener la certificación; de esta manera, poco a poco estos requisitos se vuelven, a través del tiempo, en unas costumbres muy buenas, con las cuales se llega al objetivo final, el cual es el hecho de satisfacer al cliente.



El primer manual del *Aseguramiento de la Calidad*, fue editado en 1981, y hoy está vigente la octava edición. A esta fecha, las auditorías de calidad, son realizadas por varias compañías las cuales califican y certifican; una de ellas y la más importante reconocida a mundialmente es *Lloyd's Register Quality Assurance*.

Así, una central define las estrategias y cada planta tiene un manual que contiene todo lo concerniente a su línea de producción. Es necesario que cada seis meses se tenga que realizar una auditoría para tener la seguridad de que se cumple con las especificaciones del producto.

3.7.4. ¡ A la carga !

Existe una pregunta que tiene gran relevancia para los creadores de empresas : ¿qué sucede en una empresa estable y en su crecimiento cuando pasa de realizar lo que mejor sabe, a realizar una actividad adicional ?.

Muchos empresarios entienden la facilidad con que eso puede suceder. Una vez en el negocio, es difícil no advertir oportunidades nuevas.

Tal vez se trata de una idea arraigada, de alguna manera, en lo más profundo de uno, una forma de reflexionar sobre lo que ya se posee : información de mercado, experiencia, capacidad no utilizada. Algunos consultores fomentan esta reflexión y seguramente proporcionan todo el incentivo necesario.

Tal vez la idea nueva no está relacionada, es algo que tiene poco o nada que ver con lo que ya se sabe, o para lo que se está preparado.

Así es que uno se aventura. Y tal vez funcione. Quizás las habilidades para administrar realmente se transfieren.



Puede ser que la empresa nueva crezca cada vez más hasta desplazar a la antigua, hasta que ya nadie recuerde o se preocupe de lo que se hacía antes.

Du Pont estaba en el negocio de la pólvora, el primer producto de *Sony* fue una olla para cocinar arroz. Puede suceder. Además, existe un elemento de *machismo empresarial* en el logro de esta destreza.

Lamentablemente, ésa no fue la experiencia de los hermanos *Wieland* (*Brad, Brace, Blaine y Blair*) quienes fabrican muebles, en su incursión desafortunada en el rubro del transporte.

Se trata de la tercera generación de hombres en el campo de la fabricación de los muebles, cuatro fabricantes poco convencionales con diseños innovadores. Cuando arrendaron su primer vehículo, en 1988, todo lo que deseaban era una opción de entrega confiable para su propio producto. Hasta ahí, todo iba muy bien.

Es así como ese transporte comenzó a generar dinero para la empresa, lo que dio inicio a la idea grandiosa de incorporar más camiones, lo que originó, rápidamente, la estremecedora apariencia de una empresa dentro de otra empresa, llamada *Wieland Transportation*.

Blaine Wieland, el gerente general de *Wieland Furniture*, la empresa dedicada exclusivamente a la fabricación de muebles ha aprendido mucho respecto al negocio de transporte. Respecto a los costos, recientemente redujo dos cargos administrativos y se comprometió a devolver tres camiones cuando los contratos de arriendo de éstos vencieran.

Wieland y su propia organización están pagando por haberse involucrado tan profundamente en un negocio que no es el de los muebles. La ramificación, por supuesto, tenía muchos beneficios. Estos fueron obvios para todos desde el principio. Lo que no fue evidente, sino hasta más tarde, fueron los costos. Parecía una idea buena en ese momento. *Wieland* creó un producto que demandaba especial cuidado, lo que significaba que los transportistas convencionales, asiduos trabajadores de la industria de transportes, no eran una opción.



Por otra parte, los transportistas especializados eran costosos y no siempre confiables.

De modo que, cuando la persona que era entonces jefe de funcionamiento de fábrica, propuso un día que la compañía tomara en arriendo el vehículo desocupado de su hermano para hacer entregas. El consenso dentro de la compañía fue aprobatorio.

¿ El objetivo ?

¡ Servicio al cliente !

Era una forma de cerrar el arco de calidad de diseño - producción - entrega, para limitar las variables al término de la transacción.

Por lo menos ahora, los hermanos Wieland podían estar razonablemente seguros de que sus muebles se tratarían con cuidado y se entregarían a tiempo.

Para *Wieland Furniture*, materializar la idea demandaba dos pasos. El primero, sencillo, aprovechar mejor los recursos disponibles.

Dado que la compañía ya tenía un camión y éste debía regresar después de cada entrega, era mejor si regresaba lleno en lugar de vacío.

Es así como *Wieland Furniture* entró al negocio de transporte para terceros.

Era un buen negocio; los costos adicionales eran insignificantes, y su ingreso influyó inmediatamente en el resultado final.

El segundo paso, sin embargo, era más complicado : agregar capacidad.

Los hermanos Wieland aún distaban mucho de saber todo acerca del negocio de transportes, pero sabían lo suficiente para estar intrigados respecto a su potencial.



En un año, Blaine Wieland había firmado contratos de arriendo por cinco camiones. En alguna parte del camino, los hermanos Wieland cruzaron la línea. Ahora estaban en dos negocios; uno diferente del otro en mil maneras.

Wieland Furniture había comenzado de la manera acostumbrada: la idea llegó primero y luego los medios: "Quiero fabricar muebles, ¿qué necesito?"; pero cuando estas personas se involucraron en el negocio de transportes lo hicieron al revés: "Tengo un camión, ahora ¿qué puedo hacer?".

En 1993, la operación de transportes aún no representaba un problema para la empresa, hacia más que sólo cubrir sus propios costos. En la cúspide de su gloria, durante el año fiscal que culminó el 30 de abril de 1993, *Wieland Transportation* logró una utilidad, previa a la deducción de impuestos, de US\$ 176 000 sobre ingresos de US\$ 2 368 000.

El negocio engañoso de transportes comenzó a deteriorarse. El factor ambiental influyó: la nieve paralizó el transporte por un largo periodo, congelando los ingresos, pero no los costos. Se produjo una alza inesperada en el seguro. Los problemas con los choferes se acumularon.

Blaine Wieland piensa que lo que anduvo mal con *Wieland Transportation* fue principalmente la administración. Los costos inproductivos continuaron en la nómina y los ingresos descendieron.

El que Wieland dejara que las cosas escaparan de su control, habla de uno de los muchos costos que el episodio demandó de la compañía: pérdida de control por parte del presidente ejecutivo.

Surgieron problemas en el transporte que estaban fuera de su control como hombre de muebles, y los dejó para que otros los resolvieran.

El segundo costo lo constituyó el conflicto interdepartamental. El departamento de contabilidad, acostumbrado a procedimientos de facturación y cobranza ordenados, se vio en crisis con la variada multitud de clientes que la empresa de transportes trajo consigo.



Este departamento había estado en una lucha constante con los despachadores, quienes, en su afán por obtener el flete, no se preocupaban de las posibilidades de ser pagados.

Según el gerente de finanzas, la cobranza en sí no representaba ni la mitad del problema. Para él, toda la operación de transportes parecía un conjunto desordenado de gastos que no se podían eliminar.

Esto trajo como consecuencia un tercer precio que la compañía debió pagar por involucrarse en un área que no era su fuerte: la pérdida de enfoque (el lavado de los camiones, mantenimiento de los mismos, cuentas de teléfonos celulares, accidentes, etc.).

Fue en parte para aislar el problema y para imponer algo de disciplina el porqué se decidió separar a *Wieland Transportation* como una compañía independiente en octubre de 1993. La separación logró amainar algunas dificultades en la relación, pero exageró otras tantas, como la tendencia de la operación de camiones a rechazar las necesidades de la fábrica de muebles en su propia búsqueda interna de ganancias.

El porcentaje de los no - clientes de *Wieland Transportation* aumentó, aproximadamente, del 50 % al 80 %. En mayo del siguiente año, Blaine Wieland se reunió nuevamente con el banco.

Esta vez fue doloroso. Hasta ahora, la pérdida total para *Wieland Transportation*, incluyendo deudas incobrables, alcanzaba los US\$ 300 000. Aunque el ejecutivo de préstamos nuevo había estudiado sus cuentas, mientras más sabía, más se preocupaba.

Después de la reunión de mayo, Blaine Wieland realizó un pequeño ejercicio a pedido de los ejecutivos del banco. Presentó hojas de trabajo con seis alternativas al problema de transportes, incluyendo la reducción del tamaño de la flota, la firma del contrato con un operador externo, y simplemente, el cierre de la operación.

La última opción era tentadora. Estos eran momentos excitantes en la empresa de muebles.



Los hermanos se estaban expandiendo. Estaban en medio de la creación de dos divisiones: *Wieland Residential* y *Wieland Direct* y estaban en las etapas primeras de una alianza que, según esperaban, lanzaría a *Wieland Furniture* a mercados antes fuera de su alcance. Todo esto requería capital, utilidades incorporadas que estaban disminuyendo con cada transferencia mensual a *Wieland Transportation*; y capital de empréstitos, cuyo acceso cada vez se hacía más complicado para Blaine Wieland. Con todo, Wieland tenía que admitir que sería agradable no tener que preocuparse más de la operación de transportes.

Desafortunadamente, renunciar no sería fácil. *Wieland Transportation* ya tenía una deuda de más de US\$ 300 000.

No es que la *diversificación* sea una idea mala. Todavía buscan una compañía que esté involucrada en más de una actividad.

Ahora, el trabajo es corregir la situación, por lo que están estudiando los ingresos a diario. Sin embargo, no será fácil. La empresa ha acumulado muchos miles de dólares en la cuenta regresiva. Esto demandará disciplina, que cada día sea un poco mejor que el anterior. Por lo pronto, se tiene una dirección en la cual marchar.

3.7.5. Libro abierto en los Andes.

La empresa minera *Magma Copper*, de Tucson decidió aplicar en Tintaya, la tercera mina de cobre más grande del Perú un modelo de *people technology*.

Este sistema de gestión empresarial, basado en información abierta respecto a los costos de la empresa y en una filosofía de cooperación con los sindicatos, tiene cada día más renombre en los Estados Unidos; de hecho, *Magma* ya lo implementó en sus minas norteamericanas.



La diferencia está en que Tintaya se encuentra a 4 200 metros sobre el nivel del mar, en el corazón de la cordillera peruana, donde la idea de *open book management* y *power - sharing* parecían poco probables en tener éxito.

Y es que en Perú las relaciones laborales, especialmente en la industria minera, se pueden describir, cuando menos, como conflictivas y arcaicas, y la idea de comunicación para los dueños de las minas normalmente se limita a decirles a sus empleados que se callen la boca y dejen de quejarse.

Esta tradición contrasta con el sistema propuesto por *Magma*: "Nuestros empleados son nuestros socios y necesitan la información para poder tomar decisiones diarias", dice el presidente y gerente general de Tintaya.

A casi un año de su puesta en práctica, sus resultados han desconcertado hasta a los más escépticos. El método ha permitido una mejora en el esquema de participación de beneficios y, más notablemente, un acuerdo por cinco años, inaudito en la industria minera peruana, durante los cuales los empleados prometen no hacer huelgas. Gracias a inversiones nuevas y a la mejora en la productividad.

Magma lanzó su "comienzo nuevo" formalmente en marzo de 1995, poco después de haber comprado la mina al gobierno, con una serie de sesiones para todos los empleados sobre su filosofía, durante las cuales también daba una explicación general sobre la industria del cobre y planteaba la oportunidad de formar equipos de trabajo para discutir ideas de mejoramiento.

A continuación, *Magma* proporcionó entrenamiento en administración a todos los líderes formales y informales dentro de la gerencia y los sindicatos con el objetivo de romper con la tradición de manejar la compañía como una empresa estatal y diseñar un nuevo futuro en conjunto. El reconocimiento oficial de los sindicatos como socios en vez de enemigos fue crucial porque dentro de sus rangos existía todo el liderazgo necesario para hacer un cambio permanente y duradero.



Después de años de gerencia vertical, la promesa de "diseñar un futuro juntos" significa que *Magma* ha puesto toda su confianza en una gerencia transparente y la comenzado a delegar el poder de decisión en sus empleados.

Y los empleados han reaccionados favorablemente. La transición desde el Estado a la propiedad privada ha sido un cambio radical. Así los trabajadores dejaron de trabajar ocho horas sin preocuparse más y ahora reconocen que son parte de la empresa.

Impregnado con la nueva filosofía de cooperación, un comité formado por gerencia y sindicatos negoció un acuerdo de sueldos y bonificaciones por cinco años y, a cambio de la cláusula sobre la abstención de huelgas, la compañía ha prometido que no habrá ningún despido durante ese periodo.

Bajo el acuerdo, el pago del 8 % de las utilidades a los trabajadores, obligatorio bajo la ley peruana, se reemplaza por un programa de "ganancias compartidas" o "raquinacuy", como se le conoce en las minas, que en quechua significa "algo compartido".

A los empleados se les garantiza su 8 % durante los próximos cinco años, aunque las organizaciones empresariales logren que el gobierno anule la ley de participación de utilidades.

Bajo el programa de *Magma*, sin embargo, las primas varían acordes con la productividad, los costos de producción y la seguridad en el trabajo.

Los trabajadores y la gerencia se han fijado metas mutuas para exceder los requisitos y cobrar las bonificaciones. Si los resultados son peores y la compañía ya ha efectuado los pagos al fondo de ganancias compartidas, la diferencia se sustrae.

La idea también era romper con la cultura de la dependencia. La mentalidad era de que la compañía va a sustentar al trabajador toda su vida, así éste no necesitaba ahorrar porque siempre iba a tener un trabajo.



Inicialmente, la resistencia más fuerte no vino de los trabajadores sino de los dirigentes sindicales, que vio amenazada su posición de autoridad. Los dirigentes sindicales son ahora ejemplo de cooperación y caminan en la misma dirección que el resto del grupo.

Es natural que conflictos viejos resurjan al principio, pero cuando la gente ve que salen soluciones de las reuniones, dejan de convertirse en sesiones de quejas y se hacen más profesionales.

Tras su renuencia inicial, los trabajadores están de acuerdo en que la mayoría de los gerentes han adoptado la nueva técnica. Los supervisores de primera línea tienen que cambiar su papel completamente; están acostumbrados a decirle qué hacer a la gente, ahora tienen que coordinar. Por esta razón, el entrenamiento se ha enfocado particularmente sobre ellos.

En Tintaya, la creación de equipos no comenzará formalmente hasta mediados de 1996, no quieren hacerlo todo de golpe. Los trabajadores han reaccionado muy bien en cuanto a la producción, ahora quieren concentrarse en los costos.

Después de un comienzo favorable, los trabajadores también tendrán que reconocer los límites del proceso. La gente va a encontrar límites, eso es lo que están haciendo ahora y se espera que continúe el proceso a lo largo de 1996. Todo el proceso depende de que la gente tome decisiones racionales.

Los trabajadores tienen que entender la estructura de costos de principio a fin.

Una de las primeras barreras contra las cuales han empezado a empujar los trabajadores es la de los sueldos. Al principio la gente estaba optimista. Querían que una empresa estadounidense comprara la mina, porque tienen otra forma de tratar a sus trabajadores. Pero no ha ido de acuerdo con las expectativas iniciales. Dicen que *Magma* es una familia totalmente, aunque en sueldos no le lleguen ni al talón a los trabajadores estadounidenses.



Pero los trabajadores no entienden que en Estados Unidos, la compañía no ofrece como en Tintaya, un hospital, vivienda y electricidad en forma gratuita.

Teniendo en cuenta esos beneficios indirectos, un mecánico peruano gana dos tercios de lo que gana su contraparte en los Estados Unidos. Con las participaciones en los beneficios, un trabajador peruano podría llegar a ganar entre el 85% y el 90% de lo que gana un trabajador peruano allá. La diferencia se debe al bajo costo de vida en Perú.

La peruana es una sociedad muy jerárquica. Un gran porcentaje de las personas han sido entrenadas para recibir órdenes sin que tengan en cuenta sus ideas propias, pero probablemente por esta razón, en Perú están más motivados por la oportunidad de cambiar las condiciones de trabajo.

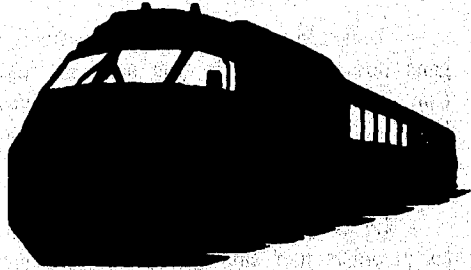
Así, se puede decir que hay una mentalidad de entendimiento en Tintaya. Se valora el trabajador y el trabajador valora la empresa.

El sistema de Tintaya ha despertado interés entre otras empresas, lo que sería un indicio de que el estilo típico de relaciones laborales en la minería peruana pudiera comenzar a desaparecer.

La expansión de la minería peruana significa que las compañías, bajo la presión externa, van a tener que atenerse a las exigencias internacionales. Eso no quiere decir que necesariamente sean las más justas, pero son las reglas que la mayoría de los países han decidido adoptar.



3.8. Ingeniería mecánica.



3.8.1. Diseñando el futuro.

Frecuentemente los diseñadores del producto descuidan la psicología del usuario.

Actualmente, se ha llegado a una situación en la que es muy complicado programar una videocasetera doméstica, los pasos requeridos para poner en marcha los mecanismos modernos, frecuentemente, parecen arbitrarios y caprichosos. Así es que, si algún artículo necesita una señal, se tiene un signo de éste no es del todo satisfactorio.

La gente debe de manipular cualquier cosa cuando comprenda la lógica existente detrás de la forma de trabajar de los artículos.

Los diseñadores pueden ayudar a transmitir esta información dando a los usuarios un "modelo conceptual" o una manera simple de pensar en cómo opera el mecanismo.

Por ejemplo, la computadora almacena constantemente etiquetas de información como esencia en filas y *folders*, como si su unidad central de procesamiento tuviera armarios de metal en los cuales se encontrarán los *folders*. Por supuesto que no hay *folders* dentro de la computadora, pero esto ayuda a los usuarios a comprender la manera de salvar y recuperar los trabajos.



Cada operación debería ser seguida, rápidamente, por una clase de retroalimentación que indique el éxito de la operación, aún en los casos donde el rendimiento no sea, aparentemente, inmediato.

La necesidad de aplicar tales principios se hace más urgente y mayor. En algún tiempo la tecnología fue mecánica, básicamente; todo estaba construido de palancas, dientes, engranes, etc., los trabajadores que las operaban máquinas, pudieron observar muchas de las partes y apreciar, así, los efectos de sus acciones.

La gente tuvo alguna esperanza de comprender cómo era la maquinaria y dispositivos pequeños utilizados, porque las partes eran visibles. La operación de máquinas modernas, y los conceptos de diseños, son invisibles y abstractos. Puede ser que no se pueda ver algo, que nada guíe al operador o usuario a la comprensión deseada, para poder solucionar los problemas que se le presenten.

Por lo anterior, los trabajadores conocen menos de los sistemas internos de trabajo bajo su control, y están en desventaja cuando surge un problema.

La tendencia es estudiar solamente la tecnología. Como resultado de esto se tiene que la gente se adapta a la tecnología en uso. Ahora es tiempo de darle cambiar radicalmente esta tendencia provocando que la tecnología se adapte a la gente.

3.8.2. El automóvil: limpio y a la medida.

La construcción inteligente permitirá a los automóviles adaptarse a sus conductores y cooperar con ellos para facilitar el desplazamiento de la unidad en las arterias vehiculares evitando desde las zonas de tráfico pesado hasta la prevención de accidentes.



El ritmo actual de vida existente en las ciudades es tan rápido que los habitantes viven bajo un estrés constante, el cual provoca accidentes frecuentemente, siendo los accidentes automovilísticos un porcentaje muy importante del total de estos.

Por lo anterior, en Alemania se ha estado desarrollando un automóvil provisto con sensores y 18 videocámaras que controlan las líneas de conducción y analizan las características del tráfico. Esta prueba fue realizada en sedanes de *Mercedes-Benz* con una velocidad de 150 [km/h], por intervalos, en una distancia de 500 [km].


Los automóviles podrán comunicarse entre sí, lo que será de gran ayuda para el conductor en caso de fatiga o estrés ya que, estos, provocan la pérdida de concentración.

El conductor elige el destino en la computadora, ésta hace una selección de las rutas más rápidas basándose en canales de información que emiten mensajes de tráfico, y, gracias a la gran cantidad de sensores que posee el auto, el conductor prácticamente no se tiene que preocupar por mantener la atención en las distancias que hay que guardar, en la velocidad que se debe de mantener, en la conducción nocturna o en los problemas de rendimiento del automóvil.

También se estudia la posibilidad futura de utilizar otras formas de combustible, como el hidrógeno, el cual es abundante y muy apropiado para motores eléctricos.

3.8.3. Riel de velocidad alta : ¿ otra época de oro ?

Parcialmente olvidados en Norteamérica, pero de uso común en Europa y Japón, los sistemas de ferrocarriles de velocidad alta son una competencia fuerte para los automóviles y aviones.



En Norteamérica, la implementación de los trenes de alta velocidad ha sido lenta y frustrante, ya que los autobuses aún dominan el mercado del transporte.

Debido al crecimiento económico constante la sociedad demandará una combinación mejor balanceada de transporte, tanto en trenes como en camiones y aviones.

En 1964 se instaló en Japón el famoso *Shinkansen*, mejor conocido como *tren bala*, que corría entre Tokio y Osaka (553 [km]) con una velocidad de 210 a 270 [km/h] reduciendo el tiempo de viaje de 4 a 2 horas.

Actualmente, la red Shinkansen cubre 2 045 [km], desde Morioka a Hakata y transporta 275 millones de pasajeros anualmente.

El desarrollo de nuevos trenes ha continuado, por lo que en Francia ya se tiene el prototipo de un super - tren llamado *Star 21*, cuya velocidad será de 425 [km/h], aproximadamente.

Este país posee el sistema de trenes comerciales más rápido del mundo, un ejemplo es el *Train à Grande Vitesse* (TVG), el cual desarrolla una velocidad de 300 [km/h].

En Europa, la red de trenes se ha extendido a España, Suecia y Alemania (un ejemplo es el tren *InterCity Express* (ICE), con una velocidad de 250 [km/h], corriendo entre Hannover y Würzburg).

La tecnología es de control avanzado guiado e impulsado por fuerzas magnéticas por lo que la velocidad se regula por medio de variaciones en la frecuencia de la energía eléctrica suministrada a las barras guía.

Existen dos tipos de propulsión. Uno de estos es el de repulsión, desarrollado en Japón, en el cual se usan superconductores magnéticos que hacen levitar al vehículo unos 15 [cm]. El otro tipo de propulsión es desarrollado en Alemania y consiste en un sistema de atracción electromagnética.



El vehículo tiene corazones metálicos electromagnéticos en la suspensión por lo que presenta inestabilidad requiriendo un control muy preciso y manteniendo una distancia de 1.5 [cm] entre los magnetos del vehículo y la barra guía.

En los años ochenta los Estados Unidos revivieron un proyecto llamado *Maglev* en el cual se aplicarían pruebas criogénicas de poder electrónico y pruebas de aerodinámicas, entre otras. Ahora, se busca llegar a velocidades de 450 a 500 [km/h], compitiendo plenamente con los aviones en lo referente a la velocidad y el costo.

3.8.4. Los cien años de las bombas de gasolina.

Todo ha surgido de la necesidad del hombre; es así como éste llegó al descubrimiento de la rueda y mucho después una máquina (motor) para moverse con mayor facilidad y rapidez.

En un principio, al no existir gasolina, lo que se usó fue vapor, así, en el año de 1803 fue diseñada construida la primera locomotora, pero es hasta 1814 que se da impulso a este proyecto.

La máquina de Otto a finales del siglo pasado fue el comienzo de una carrera que hasta nuestros días es una realidad.

Así, al ser reemplazadas las carretas jaladas por caballos, se tuvo que hacer alguna comparación con el motor y lo que se obtuvo fue que se midiera también en caballos, caballos de fuerza, o dicho comúnmente, *horsepower*.

Entonces, ante la necesidad de abastecer de combustible a estos motores ocurre el nacimiento de la primera bomba de gasolina, aproximadamente en el año de 1885.



Ésta la crea un americano llamado Sylvanus F. Bowser, quien construyó una bomba accionada manualmente mediante una palanca, esta bomba era colocada sobre el barril que contenía el combustible. Posteriormente, ya no fue un barril, sino una cisterna en un terreno diseñado para tal fin.

Para 1906, el americano John J. Tokheim añadió un medidor mecánico, el cual llenaba un recipiente de vidrio y luego era vaciado por gravedad a través de una manguera al tanque del auto.

Hubo muchas mejoras : en 1910 se pusieron esferas luminosas para hacer más atractivas a las bombas y hacerse publicidad, pero se optó por placas o molduras brillantes de latón y, debido al progreso técnico, fueron operadas eléctricamente, indicando de una forma muy efectiva, la cantidad vendida.

Para 1933 se incluyeron unos cilindros que giraban mecánicamente, de acuerdo al consumo de combustible.

Para comienzos de los 50's, con el neón (luz artificial), se lograron poner anuncios grandes en las gasolineras.

En Italia, la primera bomba de gasolina fue introducida por la *Bergomi Company* en 1915 en los hoteles, posteriormente en los caminos (1923).

Como en los 20's, los automóviles eran populares, todas las bombas obsoletas de América, fueron instaladas en Italia y sobre toda Europa. En 1929 había aproximadamente 200 000 vehículos y 16 750 bombas de gasolina.

La compañía *Nuovo Pignone*, localizada al norte de Italia, penetró en este sector en 1961 y debido al número creciente de automóviles, hoy es la más importante a nivel mundial.

Además, gracias a coleccionistas, como Guido Fisogni, se pueden apreciar todavía aquellas bombas que fueron innovación en su tiempo.



En la actualidad, todas las bombas funcionan mediante partes electromecánicas aunadas a los servicios complementarios basados en sofisticados sistemas electrónicos, los cuales ofrecen un gran servicio. Se puede cobrar con notas de bancos, tarjetas de crédito, etc.

Hoy, el medio ambiente es muy importante, por lo que toda acción a su favor no está por demás; así, los gases emitidos al llenar el tanque, son recuperados utilizando la tecnología actual.

Por último, para tener una idea de qué capacidad tiene las bombas actuales, se mencionará que éstas pueden vaciar entre 45, 80 ó 120 litros por minuto.

3.8.5. Turbina de gas natural diseñada por compañías europeas en cooperación con la industria rusa SATURN.

Los avances rusos en tecnología aeronáutica combinada con la experiencia nueva en la rama industrial de turbinas, crean un proyecto ambicioso.

La organización *SATURN* de Moscú es un centro de investigación y desarrollo que se ha especializado en el diseño de aeronaves.

Toda esta ingeniería, así como sus diseños, serán aplicada al ámbito industrial que será, principalmente, el desarrollo de un tipo nuevo de turbinas, toda la organización trabajará conjuntamente con países del oeste europeo. En el pasado la organización *SATURN* estaba involucrada en el desarrollo de armamento, pero con la caída de la URSS y su desmantelamiento, la industria rusa comenzó a entrar en una etapa de crisis, encontrando la solución a su situación en el aprovechamiento de sus avances técnicos en la creación de turbinas de gas.



Es claro que la alternativa para la industria rusa era el desarrollo de una industria que fuese acorde con los recursos energéticos existentes, y precisamente uno de los más abundantes en esta parte del mundo es el gas natural.

Las reservas grandes de gas natural existentes en la ex URSS, han incentivado la inversión de países de occidente, aprovechando los recursos y la tecnología ya existente en estos lugares.

La cooperación tecnológica de la industria europea con el potencial de recursos de Rusia es lo que dará como resultado la creación de diseños nuevos y estaciones generadoras de potencia que estarán a la vanguardia en las plantas que se construirán, las cuales poseerán maquinaria fabricada con tecnología de punta, la cual sólo hará uso del gas natural como combustible.

Dentro de las máquinas principales no sólo se encuentran las turbinas, se cuenta también con diseños de turbocompresores y compresores reciprocantes, los cuales tendrán un tamaño menor y serán más eficientes.

3.8.6. Plantas de ciclo combinado basadas en turbinas de gas, son utilizadas en Italia.

Ciclos combinados de gas natural como combustible sirven para producir electricidad y vapor para uso industrial con un impacto ambiental bajo y un ahorro de energía grande.

La compañía de energéticos principal, *EDISON*, del grupo *MONTEDISON*, tiene un plan para modernizar sus plantas de energía.

El plan para estas plantas de energía se basa en turbinas de gas de tamaños grandes ya que son muy eficientes y usan gas natural el cual es un combustible limpio (libre de sulfuros).



El programa inició en 1990 remodelando plantas y construyendo nuevas con poder eléctrico y vapor. Se desea producir 5 000 [MW], respetando la legislación a favor del medio ambiente.

La turbina de gas *MS 9001* fue fabricada por *General Electric* en 1976, vendiéndose 250 de ellas; la primera de ellas se vendió a *Nuovo Pignone*.

Entre las características de esta turbina están las siguientes: velocidad de rotación de 3000 rpm, 404 [kg / s] de flujo de aire; 12.1:1 radio de compresión y tres estados de expansión, se recobra energía en forma de vapor que se usa para producir más electricidad con menos mantenimiento y, en algunas emergencias, puede funcionar con diesel. En Italia ya se usa este tipo de turbinas.

3.8.7. La apertura de la bomba multifase a la explotación de reservas de hidrocarburos.

Una característica importante de este hecho es que reduce enormemente los costos en la explotación de pozos petroleros, así como también facilita enormemente la extracción en pozos que no se habían podido explotar debido a las zonas, tan profundas y escabrosas, en las que se encuentran las reservas de hidrocarburos.

Este sistema de explotación está basado en el concepto de transportación a distancia (de 50 a 80 [km]) de agua, gas o petróleo sin una fase previa de separación.

Este tipo de bomba comenzó a operarse en agosto de 1994 con mucha facilidad. En *Nuovo Pignone* se utiliza una bomba con tornillos gemelos diseñada en ese mismo lugar y probada en Sicilia; posee un motor de 150 [kW] a 3 000 [V].



La bomba es del tipo llenado de agua y rotación en una mezcla de agua y glicol.

3.8.8. Una forma nueva de volar.

Muchos sistemas de propulsión han sido propuestos para las naves del futuro como los sistemas de : propulsión nuclear, propulsión eléctrica, propulsión solar - eléctrica, propulsión láser, velas solares y aceleradores electromagnéticos.

Todos ofrecen grandes promesas técnicas, pero el sistema que sobresale entre todos es la *propulsión solar - eléctrica*.

Este tipo de propulsión acelera una nave por medio de un pequeño empujón generado por un chorro de iones; los rayos del sol caen sobre las celdas solares generando electricidad la cual es utilizada para ionizar y acelerar un gas no reactivo, como el xenón, para los cohetes propulsores.

El sistema nuclear eléctrico elimina la dependencia de energía solar para la producción de la electricidad; la propulsión láser traza la energía desde un láser de poder alto colocado en la superficie de la Tierra; las velas solares manejadas por la presión de la luz solar tendrán un encendido y despegue lento pero también tendrán la ventaja de no requerir combustible.

Pero, por el avance grandioso en el campo de la energía solar, por lo económico, por la velocidad que pueden desarrollar las naves con este tipo de energía (26 [km/s]), y por ser lo más práctico (tomando en cuenta las condiciones que se dan en el espacio exterior) es la propulsión solar - eléctrica, la cual, es una opción excelente para las naves espaciales del futuro.



4. Conclusiones.



Una de las decisiones más importantes que una persona debe tomar en algún momento de su vida es qué oficio o profesión seguirá. En qué se ocupará, decisión que no siempre le resuelve su situación económica.

Es probable que esa persona opte por seguir un oficio, o una profesión, como, por ejemplo, la ingeniería. Pero es imperativo que se tenga presente que cualquier tipo de ocupación requerirá de una capacitación constante, de estudio continuo, de disciplina.

Es así que, cuando una persona decide dedicarse a la ingeniería, debe tomar en cuenta que es una carrera de disciplina, de resistencia, de paciencia, sumamente pesada, lo cual es normal, porque lo bueno, cuesta.

Una vez que se está estudiando o ejerciendo profesionalmente la ingeniería, salen al camino muchos obstáculos, de todo tipo (social, económico, etc.), los cuales deben hacerse a un lado si lo que se busca es ser sobresaliente, ser un profesional exitoso, realizarse como ser humano.

Y es que la profesión es algo a lo que el individuo se une con lazos que son, tal vez, más fuertes que los del matrimonio; porque se puede librar del esposo o de la esposa, pero no de la profesión, ésta es una parte muy importante de su vida, está arraigada a su personalidad.

Es así que, para no ser una persona frustrada, en el mejor de los casos, el profesional de la ingeniería debe estudiar siempre, constantemente.



La situación no cambia mucho si el profesional se encuentra en México o en otra parte del mundo, el ingeniero preparado, con posgrado y que hable 2 o más idiomas será el ganador.

En lo referente a la ingeniería de una parte del mundo y de otra, no se puede hacer una comparación exacta y general sería sumamente difícil debido a que ésta depende de demasiados factores que hacen que sea casi imposible hacer tal comparación.

Lo que sí se puede afirmar es que la diferencia entre una y otra área geográfica depende del grado de dedicación de sus ingenieros, de quienes hacen la ingeniería, como se dice más adelante, todo depende de la persona y no de la institución a la cual ésta pertenece.

Aquí intervienen aspectos culturales, de disciplina, como se observó a lo largo del desarrollo del trabajo presentado, la mayor parte de la ingeniería avanzada está en Europa, Japón y Norteamérica, regiones que siempre han trabajado y luchado.

En México se puede llegar a esos niveles de desarrollo tecnológico. En este país se tiene la capacidad para llegar a hacer ingeniería avanzada, por ejemplo, en la ingeniería de energéticos, un terreno a estudiar puede ser la energía solar.

Tal vez, en México lo que falta inicialmente es que sus habitantes confluyen en sí mismos, lo demás ya es menos difícil de conseguir si se tiene primero se da esta situación. Después se debe tener la educación necesaria para comenzar el desarrollo profesional tan mencionado, lo cual comienza desde la niñez, con el apoyo de los que nos rodean.

Respecto a lo anterior se pueden hacer varios comentarios muy importantes.

Para comenzar, el sistema educativo que se tiene en México, inadecuado e insuficiente, está abriendo un abismo cada vez más profundo entre los pocos habitantes que se educan y los millones que sólo poseen la educación mínima.



Por ejemplo, un indicador de lo anterior son los resultados del examen de admisión a la UNAM, la declinación de la calidad del proceso enseñanza - aprendizaje, la poca motivación que tiene el alumno por aprender y el profesor por enseñar.

Es indudable que la crisis que se enfrenta actualmente se ve reflejada fuertemente en el sector educativo. Viviendo en un país, el cual parece condenado a no avanzar, es difícil tener el deseo de estudiar si se no se han satisfecho las necesidades básicas (comida, habitación, etc.).

Se debe dar un auge mayor a las carreras profesionales de ingeniería las cuales están viendo mermada su población gravemente, de lo contrario se seguirá fomentando la dependencia tecnológica que tiene a México atado a países como Estados Unidos, hecho que, finalmente, lleva a tener una ingeniería mexicana esclava en vez de una libre.

Muestra de esto son las actividades que hace un ingeniero ya titulado el cual generalmente se dedica al mantenimiento de la infraestructura, siendo que, generalmente, se entiende como ingeniero a aquel profesionista quien sobre bases científicas sólidas busca que los materiales y las fuerzas de la naturaleza se tomen útiles a la sociedad.

Casi todos los egresados de esta Universidad sienten la diferencia enorme entre lo que se aprende en las aulas y lo que se necesita afuera de ellas en el campo de trabajo. Si no se fortalece la relación escuela-industria en la UNAM, ésta seguirá creando profesionistas con una mentalidad enfocada a la investigación exclusivamente por lo que serán relegados ante los egresados de escuelas totalmente técnicas.

Una solución para evitar lo anterior es incrementar el presupuesto para la educación, desde el nivel básico hasta el superior, considerando, desde luego, centros de investigación y desarrollo tecnológico.

Esta sería una solución a mediano plazo con la que habría gente más preparada y útil al país, con lo que se evitaría que este último fuera dependiente, desde el punto de vista de la tecnología, de otros países, como ya se dijo.



El reto importante para este país es que en un plazo breve se reestructure todo el sistema educativo y se plantee un esquema que tome en cuenta la realidad económica y las necesidades sociales.

El sistema educativo debe dar opciones diversas para que sus egresados puedan acceder eficientemente al mercado de trabajo, tan restringido actualmente, manteniendo un nivel de calidad que asegure su permanencia dentro del campo laboral.

Las carreras de ingeniería, en todo el país, deberán modificar su contenido acorde a las necesidades reales del país.

Para poder competir internacionalmente tenemos que contar con una **INGENIERÍA AVANZADA**, por supuesto, al nivel de la ingeniería avanzada en el resto del mundo.

México cuenta con una gran cantidad de recursos naturales. Aprovecharlos al máximo para sí mismo es una tarea difícil más no imposible.

Con esta acción se crearían fuentes de trabajo y beneficios mayores para la población mexicana.

En lo que se refiere a la eficiencia, el sistema de educación superior tiene desventajas que hay que tomar en cuenta como el número reducido de jóvenes que acceden a él, resultando más lastimoso el hecho de que muchos de ellos abandonen sus estudios, dada la situación económica prevaleciente actualmente en el país.

Sin duda en este problema se combinan las deficiencias en la calidad de la educación, la desvalorización que han resentido los grados universitarios por el contexto general incremento de la competencia y la disminución de garantías para que una vez concluidos los estudios se encuentre un empleo bien remunerado (fenómeno al que se ha llamado *desempleo ilustrado*), a lo que se agregan los efectos de la crisis y también el clima cultural y de incentivos al estudio y al esfuerzo que se ofrecen a los estudiantes.



Se puede observar que las carreras universitarias de demanda mayor son : derecho, contaduría y medicina. Las ingenierías y carreras científicas apenas llaman la atención de los alumnos nuevos y sólo la mitad de ellos completa su licenciatura en los tiempos establecidos, incluyendo un 23 % que presenta exámenes extraordinarios. Casi la mitad de los alumnos egresa con promedios de calificaciones entre 6 y 8. Todo esto indica la poca dedicación al estudio, una orientación vocacional inadecuada y un nivel bajo de conocimientos obtenido en las etapas educativas previas.

Dado que se tiene planteado el reto de mejorar la absorción y generación de tecnología, los programas de investigación aplicada deberán acercar el esfuerzo de investigación a las necesidades de la producción e incrementar los recursos financieros para la investigación, con aportes empresariales.

En este sentido, es importante fortalecer los mecanismos para vincular el sector académico y el desarrollo de la investigación aplicada al ámbito empresarial. Sería bueno que los gastos en educación se consideraran como una inversión social.

Pero todo tiene una manera de hacerse, de conseguirse; considerando los recursos disponibles. Para todo hay un inicio y un fin lógicos... para hacer una carrera profesional también se debe seguir un cierto orden de acuerdo con la situación general que se viva en el momento dado. Esa situación general tiene varios matices, que van desde los políticos hasta los espirituales.

Por lo mismo un profesional deberá situarse en el mundo en el cual se encuentra, tendrá que saber cuál es su posición ante la vida, ante la sociedad. El profesional necesitará conocerse a sí mismo en la medida mayor que le sea posible.

Para comenzar a conocer esa situación general citada, es conveniente considerar los rumbos que sigue la humanidad, y se dice la humanidad porque uno no es independiente, el ser humano vive en familia, pertenece a la población de un país que está aliado de una u otra forma con alguna otra región geográfica, como es el caso de México.



De acuerdo con lo anterior, existen algunas tendencias mundiales en estos momentos, las cuales influyen en la vida de los seres humanos: en sus decisiones sobre la profesión u oficio, en sus viajes, en sus negocios, en su lugar de residencia, etc.

Todas esas inclinaciones o tendencias, seguramente abrirán caminos para el desarrollo profesional de los ingenieros competentes.

Una de las tendencias que se observan es un renacimiento de las artes. En cierto sentido, el siglo XX ha tenido su propia Edad Media: la tecnología avanzada y la industrialización reemplazaron al hombre por máquinas; el totalitarismo y la guerra devastaron pueblos, museos y catedrales por igual.

Otro ejemplo análogo es la sustitución de la música rock por la ópera en los comerciales de automóviles. En efecto, entre los consumidores de buen gusto, las corporaciones pueden ganar más prestigio pregonando sus productos.

Esta tendencia, se puede observar también en el hecho de que nunca antes, ni siquiera en el Renacimiento, había habido tanta gente como hoy, como porcentaje de la población, que coleccionara obras de arte.

También se puede ver que las exposiciones espectaculares de los museos y los festivales de verano aumentan los ingresos de restaurantes, hoteles, tiendas minoristas y estacionamientos, lo cual es una contribución directa a la economía local.

Todo este movimiento es tan importante que hace pensar en lo siguiente. Un ingeniero profesional vive y trabaja dentro de un sistema social, y necesita entender los valores culturales y humanos. Los cursos de humanidades son indispensables para lograr el desarrollo profesional exitoso de un ser humano, aunque no son lo único que éste debe saber.

Es así que las empresas privadas prefieren cada vez más las imágenes y los sonidos de las artes, y están reconsiderando el uso de los deportes para anunciar sus productos.



Observando otro aspecto importante, se está llegando a la adquisición de estilos de vida muy comunes.

Paloma Picasso dice "El mundo es cada vez más cosmopolita, y todos estamos influyendo unos en los otros". No obstante, a la vez que los estilos de vida se hacen más parecidos, aparecen señales evidentes de una contratendencia poderosa: una reacción contra la uniformidad, un deseo de afirmar la individualidad de la cultura y del idioma de cada uno, un repudio de la influencia extranjera.

Cuanto más homogéneo se hace el estilo de vida de una persona, tanto más fuertemente se aferra a valores más profundos: la religión, el idioma, el arte y la literatura. Conforme los mundos de las personas se hacen más parecidos, más caras les serán las tradiciones que surgen desde adentro.

En el área de la moda, los anuncios titulados "Los colores unidos de Benetton" proyectan una visión: el mundo está compuesto de razas diversas y muchas nacionalidades... todas unidas por la misma ropa llena de colorido, que simboliza coexistencia pacífica, feliz.

La televisión global ya existe potencialmente en Europa, con los problemas inherentes: idiomas diferentes, nacionalismo, etc. Uno de los grandes atractivos del inglés como idioma mundial es que es muy fácil hablarlo mal. La tendencia a un estilo de vida global y la contratendencia hacia la afirmación cultural representan el dilema clásico: cómo preservar la individualidad dentro de la unidad de la familia o la comunidad.

La cultura global nueva no es camisetas deportivas y comidas rápidas, afortunadamente. También es una aceptación mayor de los derechos humanos. Entonces, socialmente, se pueden ver varios aspectos importantes.

El cambio básico es del régimen gubernamental al individual:

- Ⓐ De vivienda pública a casa propia.
- Ⓐ De servicios nacionales de salud a opciones privadas.



- Ⓐ De reglamentación oficial a mecanismos de mercado.
- Ⓐ De beneficencia a regreso al trabajo.
- Ⓐ De colectivismo a individualismo.
- Ⓐ De monopolio oficial a empresa competitiva.
- Ⓐ De industrias estatales a compañías privatizadas.
- Ⓐ De industrias del Estado a trabajadores propietarios.
- Ⓐ De planes gubernamentales de seguro social a seguro privado e inversión.
- Ⓐ De cargas tributarias a reducción de impuestos.

Al acercarse el siglo XXI, los gobiernos de todo el mundo están en un proceso de reconceptualización de la responsabilidad de la sociedad para con sus ciudadanos, especialmente para con los que, realmente, no pueden valerse por sí mismos.

En lo económico, también hay cambios. Al llegar al milenio se observará el PNB distribuido, más o menos, en cuatro partes iguales: la cuenca del Pacífico, Europa, los Estados Unidos, y el resto del mundo. Existen varios factores de por medio para el logro de una economía buena en los países.

En la economía mundial, la educación es la ventaja competitiva en el mundo. Los países que inviertan más en ella serán los más competitivos. Este punto no se debe perder de vista, los profesionales se tienen que actualizar, siempre deberán estudiar, su carrera deberá prolongarse por toda la vida.

En la actualidad, el ingeniero que desee ser un profesional exitoso, tendrá que estudiar, aprender (por lo menos) un idioma, para poder ser competitivo.

La posibilidad de realizar un posgrado se puede considerar desde que se termina la licenciatura, pero éste se asimila y se aprovecha mucho más cuando el ingeniero ya trabajó en su área, cuando ya tiene experiencia laboral.



Todo el mundo ha visto ya que un país pobre puede salir adelante únicamente con la ayuda de sus recursos humanos, aunque no tenga recursos naturales suficientes.

Viendo lo que ha pasado durante el lustro último, casi se puede afirmar que los años que vienen serán los más atractivos y exigentes, en general, que se hayan presentado jamás ante la comunidad mundial.

Por ejemplo, en este tiempo, será necesario enfrentar todos los desafíos empresariales con una forma nueva de liderazgo capaz de revitalizar los negocios e inspirar a los competidores globales, más o menos como lo hizo la administración japonesa en los años 70.

En una gran proporción, ese liderazgo lo ejercerán las mujeres. Un ejemplo que muestra esto es que, durante los veinte años últimos, en los Estados Unidos, las mujeres han asumido las dos terceras partes de los millones de cargos nuevos creados en la era de la información, y todo parece asegurar que así seguirán.

Es un caso muy interesante el de una mujer que estudia la ingeniería y que logra llegar a los puestos altos, a los puestos ejecutivos. En el futuro, las ingenieras, tendrán mucho terreno para laborar, para desarrollarse profesionalmente. Las mujeres y los hombres son igualmente capaces de dedicarse y de obtener lo mejor de sí mismos. En este tiempo de la informática, el prototipo de trabajador es la mujer, tal como el hombre lo era hace tiempo.

Algunas mujeres son "autodesarrollistas" porque valoran la independencia, no les gusta la burocracia y buscan contrapesar el trabajo con otras prioridades, como la familia y la recreación. Las mujeres han llegado a un punto crítico en, prácticamente, todas las profesiones, y especialmente, en los negocios.

La mujer y la sociedad de la información (la cual valora la inteligencia sobre la fuerza) constituyen una asociación ideal; y dondequiera que florezca la sociedad de la información, las mujeres estarán ingresando a la fuerza laboral.



Es por esto que las ingenieras tendrán un campo muy amplio para trabajar. El reto grandioso para los administradores de los 90 es desarrollar su estilo propio de liderazgo.

Hoy las líderes más visibles, las que desempeñan cargos de la primera ministra o presidenta de un país, han forjado su propia identidad.

Y, hablando de la era de la información, en ésta ya se está tomando prestado vocabulario de la biología. Hasta la "física nueva" está avanzando pensando en metáforas biológicas.

Por ejemplo, se habla de un *virus* de la computadora, el *antivirus* se simboliza con una jeringa, se vacuna a éstas y un dispositivo de las mismas se llama *ratón*.

La biología, más bien que la electrónica, puede tener la clave de una generación nueva de "computadoras pensantes". Los ingenieros podrán actuar con mucha libertad dentro de los terrenos tan grandes de la electrónica y la medicina, interactuando con profesionales de la medicina, todo es parte de la globalización de la que se ha venido hablando.

La rapidez del avance científico ciertamente ha sobrepasado la capacidad de asimilación del público... o su interés. Pero es muy importante y veloz. Si uno no está informado en este campo, está dejando que otras fuerzas decidan su destino. Y es en ese campo en el cual, la ingeniería, se puede desarrollar más:

- ⇒ Aún cuando la biotecnología sea técnica y a veces asuste, no se puede seguir haciendo caso omiso de ella.
- ⇒ Es más tarde de lo que se cree. Ya sería difícil volver a meter el genio (¿o el gen?) en la botella.
- ⇒ La tecnología no es mala por sí misma, es neutral. La clave está en la forma en la que es utilizada. Mucho más es lo positivo que lo negativo que saldrá de ésta, pero se tiene que saber en qué se está involucrado.



- ⇒ Ya se tiene impuesta la responsabilidad de lo que está pasando.
- ⇒ Se tiene que evolucionar espiritualmente si se ha de asumir la responsabilidad de manipular la vida misma. Quizá para hacer frente a dicha responsabilidad se requiera andar más despacio y con una atención mayor.

Al avanzar el milenio nuevo, la biotecnología será tan importante como hoy lo es la computadora. Se sabe que se debe comprender algo sobre la biotecnología y hacia dónde va.


La ingeniería genética quizá personifica hoy a la alta tecnología, pero no se quedará ahí. Con cada descubrimiento nuevo se hace más fácil manipular genes.

Algunos ejemplos de los avances obtenidos son los siguientes. En las montañas Rocosas la gente está esquiando en nieve pulverizada producida genéticamente. Ya se sabe que el ADN que contiene el cuerpo humano podría llegar hasta la Luna y regresar unas 8 000 veces. Actualmente ya se pueden crear máquinas nanométricas con la capacidad de construir casi cualquier cosa.

La ingeniería genética llevará a la creación de una era nueva de vacunas. El desarrollo y la comercialización de la biotecnología se ha comparado con la historia de la computadora (comparación un poco simplista, ya que las computadoras no implican vida).

Desde el punto de vista comercial es posible comparar la biotecnología con los automóviles y con las computadoras, pero la comparación corre el riesgo de caer en lo trivial por no tener en cuenta las consecuencias éticas enormes de vida o muerte de la biotecnología.

Los problemas éticos de la biotecnología y de otras cuestiones biomédicas aumentarán a medida que se acerque el siglo XXI. Se debe tratar de anticipar el futuro y de prepararse para los dilemas espirituales que se presenten entonces.



En los años 90 se presenciara, si no un conflicto con la ciencia, si una discusion permanente sobre lo que los cientificos estan haciendo. Lo anterior se apoyara en el hecho de que, al despuntar el tercer milenio, hay sintomas inequivocos de un renacimiento religioso mundial.

La ciencia y la tecnologia no dicen que que significa la vida. Eso se aprende por la literatura, las artes y la espiritualidad.

El ingeniero debe conocer la parte religiosa de los demas profesionales que le rodeen, parte fundamental de casi toda la poblacion mundial, asi como los movimientos relacionados con este aspecto. De este conocimiento dependera tambien su exito profesional.

Las iglesias tradicionales prosperan en epocas de estabilidad y decaen en los tiempos de los cambios grandes.

Una razon de que las iglesias tradicionales hayan perdido tantos feligreses desde mediados de los años 60 es que las iglesias pequenas e independientes pueden adaptar sus servicios a las necesidades de los fieles; pueden permanecer mas cerca de sus "mercados".

Los años venideros seran una era nueva, lo cual, quizas sea posible interpretarlo como parte de un proceso global mas amplio, que es muy positivo: la negativa a definir la vida exclusivamente en funcion de la ciencia y la tecnologia.

Finalmente, el triunfo del individuo llegara a ser algo que se presente en toda sociedad.

Un individuo es el que crea la obra de arte, el que adopta una filosofia politica, el que arriesga las ganancias de toda su vida en un negocio nuevo, el que apoya a un colega o a un miembro de su familia para que triunfe, etc.

El ingeniero requerira entender esa individualidad para poder trabajar, colaborar y participar de la mejor manera en el empleo que le ocupe.



El ingeniero comprenderá que los individuos pueden provocar el cambio mucho más eficazmente que las instituciones.

De esta comprensión se dependerá el funcionamiento adecuado del sistema en el cual se encuentre al profesional, ya sea laboral o socialmente. Los individuos buscan integrarse a la comunidad; los que rehuyen a las responsabilidades se esconden en lo general.

Las tecnologías nuevas han cambiado la importancia de escala y localización y han extendido el poder de los individuos. Los teléfonos celulares, las computadoras y las máquinas fax, hacen individuos poderosos en lugar de oprimirlos, como se temía.

El territorio electrónico interior no es lo mismo que la *cabaña electrónica*, ésta es la casa de la gente, en la cual uno se queda trabajando con sus computadora en lugar de ir a su oficina.

Una vez que las compañías se acostumbren a que sus empleados no estén presentes todo el tiempo, se habrá allanado el camino para entregar más trabajo por contrato a personas independientes que pueden vivir en cualquier parte del mundo.

Los que trabajan hoy en cabañas electrónicas podrían contarse entre los primeros colonos del territorio electrónico nuevo antes del fin del siglo XXI y, entre ellos, se contarán los ingenieros.

La responsabilidad nueva de la sociedad es recompensar la iniciativa del individuo.

Un problema que merece ser atendido por aquéllos que tengan iniciativa es el de la contaminación en las ciudades grandes, la cual en una medida mayor es causada por los automóviles de las mismas. Un ejemplo por demás familiar es la ciudad de México.

La gente que vive en las ciudades, goza de una calidad de vida que depende en gran medida de la quema de gasolina en los vehículos automotores.



A lo largo de este siglo, el *American way of life* ha permeado en la sociedad mexicana a tal grado que se asocia la importancia personal con el tamaño, la marca, el modelo y el número de automóviles que una persona posee.

Si se considera que el 57% de la población en la ciudad de México tiene menos de 25 años y que el 78% emplea transporte colectivo, existe un estrato muy amplio que accederá al uso de un auto particular en la medida en la que la economía del país mejore.

La responsabilidad de cada mexicano es mantener y mejorar este nivel de vida, haciéndolo compatible con la protección al medio ambiente y con la salud de los habitantes.

La responsabilidad de cada ingeniero es crear las bases, los instrumentos, las máquinas o los combustibles que permitan el desarrollo sostenible de las ciudades.

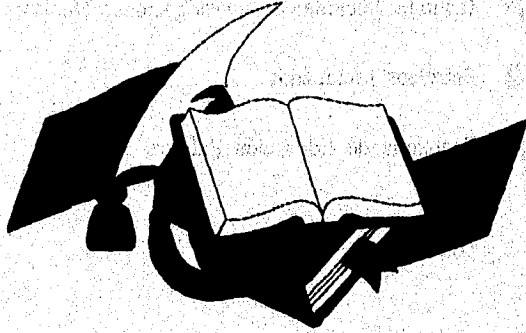
Identificando fuerzas que mueven el futuro, más bien que las que operaban en el pasado, el ingeniero tendrá el poder de tomar parte en su realidad propia.

La humanidad está en la carrera de un decenio para hacer frente a los desafíos tan grandes que quedan, con la esperanza de empezar una cuenta nueva en el año 2000, en todo esto, los ingenieros tendrán una participación sumamente importante, debido a su campo de acción tan amplio.

Analizando lo expuesto, el futuro de los ingenieros está definido en una manera muy clara, no habrá problemas para quien esté preparado, quien tenga educación, paciencia y, por supuesto, disciplina.



Referencias.



Instituciones.


- Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior
- Comisión Federal de Electricidad
- Comisión Nacional del Agua
- Dirección General de Profesiones
- Instituto de Investigaciones Eléctricas
- Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática



- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
- Petróleos Mexicanos
- Secretaría de Educación Pública

Publicaciones.

- *Anuario Estadístico de PEMEX*
1994
- *Cuadernipignone 55*
Nuovo Pignone
March 1955
- *Energía para el mundo del mañana*
Realidades, opciones, objetivos
Ian D. Lindsay
Comisión del Consejo Mundial de la Energía
1995
- *IEEE Transactions on Energy Conversion*
Power Engineering Society
June 1995

-
- 
- ❏ ***IEEE Transactions on Power Systems***
Power Engineering Society
August 1995

 - ❏ ***Memoria de Labores, 1994***
PEMEX
Marzo de 1995

 - ❏ ***Revista del IMIQ***
Abril de 1995 (especialmente)

 - ❏ ***Revista Siemens***
Julio / Septiembre 1995

 - ❏ ***Revista Scientific American***
1995 (varios números)

 - ❏ ***The development of Latin America, 1995***
American Radio Corporation
Latin American Trade Advisory Group

 - ❏ ***Revista Potencia***
1995 (varios números)

 - ❏ ***Boletín IIE***
1995 (varios números)

 - ❏ ***Revista Ingeniería Ambiental***
SMISA
1995 (varios números)

 - ❏ ***La Facultad de Ingeniería***
Universidad Nacional Autónoma de México
1991



-
- ▣** *Visión Panorámica de la Historia de México*
QUIRARTE Martín
Editorial Porrúa
23a. edición
1986

 - ▣** *Las nuevas realidades*
DRUCKER F. Peter
Editorial Hermes, S. A.
1a. edición
1990


 - ▣** *Nueva Enciclopedia Temática Planeta*
(Varios tomos)
Editorial Planeta
1992


 - ▣** *Mexicano : ¡ Hay petróleo, no te rajes !*
ALDAPE Barrera Fernando
Costa Amic Editores, S. A.
2a. edición
1986

 - ▣** *Introducción a la Ingeniería. Ingeniería, sociedad y medio ambiente.*
VIQUEIRA Landa Jacinto
Editorial Limusa
1a. edición
1994

 - ▣** *Historia Universal*
APPENDINI Ida
ZAVALA Silvio
Editorial Porrúa
31a. edición
1986

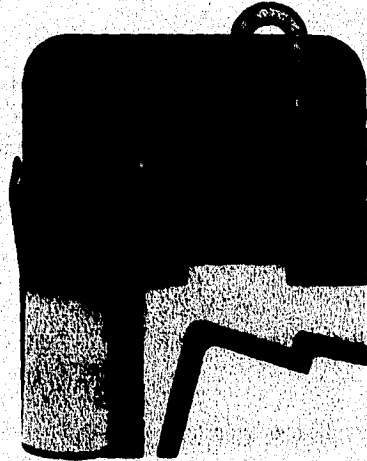


 *El mercado y la expansión del sector eléctrico*
CFE
Octubre de 1995

 *Avances del sector eléctrico*
CFE
Enero de 1995



Abreviaturas y símbolos utilizados.



b	barriles
bd	barriles diarios
m ³	metros cúbicos
mb	miles de barriles
mbd	miles de barriles diarios
mm ³	miles de metros cúbicos
mmped	millones de pies cúbicos diarios

Factores de conversión utilizados en la industria petrolera.

Volumen

1 pie cúbico	=	0.0283168 metros cúbicos
1 metro cúbico	=	35.31467 pies cúbicos
1 metro cúbico	=	6.2898 barriles
1 galón (USA)	=	3.7854 litros
1 litro	=	0.26417 galones (Estados Unidos)
1 barril	=	42 galones = 158.9873 litros



Peso

- 1 tonelada métrica = 0.98421 toneladas largas
- 1 tonelada métrica = 2.204.6 libras
- 1 libra = 0.45359 kilogramos

Calor

- 1 BTU = 0.252 kilocalorías
- 1 kilocaloría = 3.968 BTU

Equivalencias calóricas

- 1 barril de crudo = 5 000 pies cúbicos de gas natural
- 1 barril de combustóleo = 6 783 pies cúbicos de gas natural
- 1 m³ de gas natural = 8 460 kilocalorías
(para efectos de facturación de gas seco)

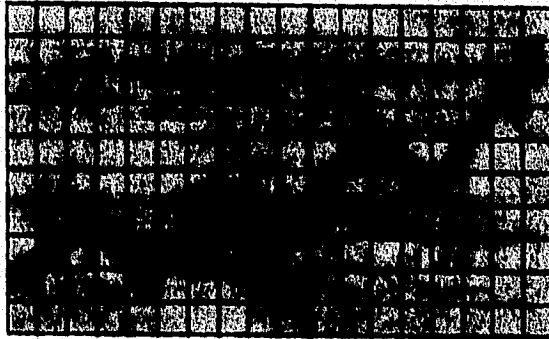
Factor de corrección por poder calórico del gas natural¹

- = 1.060 (1992)
- = 1.078 (1993)
- = 1.060 (1994)

¹ Factor aplicado al gas vendido al público para expresar, en unidades volumétricas, su valor calórico real.



Gráficas.



Titulo	página
1. Valor del dólar en los primeros meses de 1996	15
2. Profesionales registrados por periodo	37
3. Evolución de la matrícula de algunas carreras	40
4. Ingenierías con matrícula mayor	42
5. Los pocos posgraduados	44
6. Proporción de ingenieros en algunos países	45
7. Brechas en sueldos con respecto a Estados Unidos (por ocupación)	49
8. Profesión del presidente o director general	50



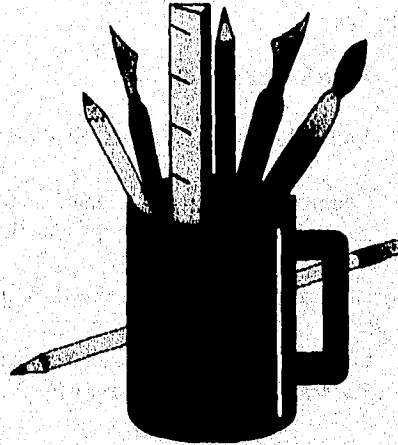
9.	Inscripción de alumnos al semestre 96 - 1	51
10.	Alumnos de primer ingreso	52
11.	Calificaciones en los exámenes de diagnóstico y global para las generaciones últimas	53
12.	Índices de aprobación de algunas asignaturas del primer semestre de las generaciones 94 y 95	54
13.	Alumnos titulados por carrera	56
14.	Población escolar en licenciatura en el semestre 96 - 1	58
15.	Titulación en el periodo 1985 - 1995	59
16.	Eficiencia y costos de inversión para algunos tipos de centrales que generan electricidad	87
17.	Crecimiento y volumen de las ventas internas de productos petrolíferos y gas natural, 1994	131
18.	Producción del gas natural	132
19.	Estructura del consumo de combustibles industriales, 1994	133
20.	Reservas totales de hidrocarburos	134
21.	Producción de petróleo crudo, 1994	151
22.	Distribución de petróleo crudo, 1994	152
23.	Distribución geográfica de las reservas totales de hidrocarburos, 1994	153



24.	Estructura de la demanda de productos petrolíferos, 1994	154
25.	Capacidad instalada para la generación de energía nuclear a nivel mundial	199
26.	Producción de energía de fusión	204
27.	Tendencias en los sistemas microelectromecánicos	262



Ilustraciones.



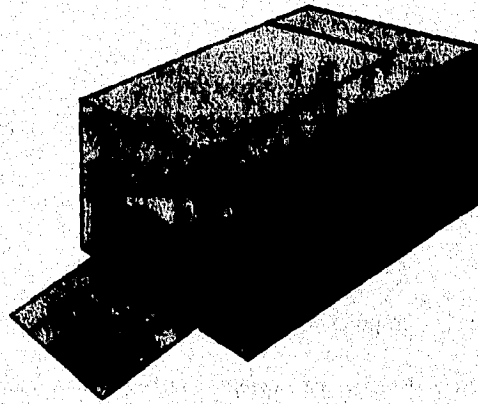
Título

página

1.	Derivados principales del petróleo	165
2.	Campos productores de la Región Marina	166
3.	Campos productores de las Regiones Sur y Marina	167
4.	Sistema de distribución de gas licuado	168
5.	Centros petroquímicos en operación	169
6.	Fuentes de energía	172
7.	Albert Einstein	190
8.	Fisión nuclear	191



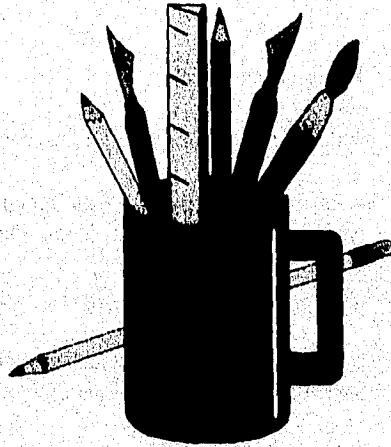
Tablas.



	Título	página
1.	Ingeniería y sociedad	1
2.	Profesionales del área de la ingeniería en México	22
3.	Líderes tecnológicos	26
4.	Las profesiones en el Poder Legislativo	30
5.	Los profesionales en el censo de 1994	31
6.	Cédulas profesionales expedidas. Licenciaturas, 1947 - 1993	33
7.	Profesionales por carreras tradicionales	35
8.	Profesionales registrados por periodo	36



Ilustraciones.



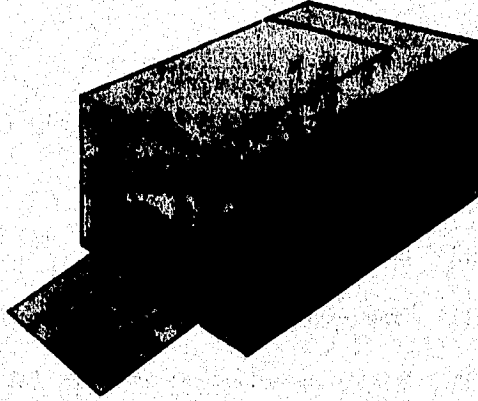
Título	página
1. Derivados principales del petróleo	165
2. Campos productores de la Región Marina	166
3. Campos productores de las Regiones Sur y Marina	167
4. Sistema de distribución de gas licuado	168
5. Centros petroquímicos en operación	169
6. Fuentes de energía	172
7. Albert Einstein	190
8. Fisión nuclear	191



9.	Reacción en cadena	192
10.	Vaina de zircaloy con pastillas de combustible	194
11.	Contribución de los diferentes medios de generación eléctrica a nivel mundial	200
12.	Diagrama del <i>Tokamak Fusion Test Reactor</i>	205
13.	Comparación entre legislaciones del <i>Servicio Público de Energía Eléctrica</i>	260
14.	Fabricación de los brazos de un sensor utilizado en un disparador de bolsas de aire	264



Tablas.



	Título	página
1.	Ingeniería y sociedad	1
2.	Profesionales del área de la ingeniería en México	22
3.	Líderes tecnológicos	26
4.	Las profesiones en el Poder Legislativo	30
5.	Los profesionales en el censo de 1994	31
6.	Cédulas profesionales expedidas. Licenciaturas, 1947 - 1993	33
7.	Profesionales por carreras tradicionales	35
8.	Profesionales registrados por periodo	36



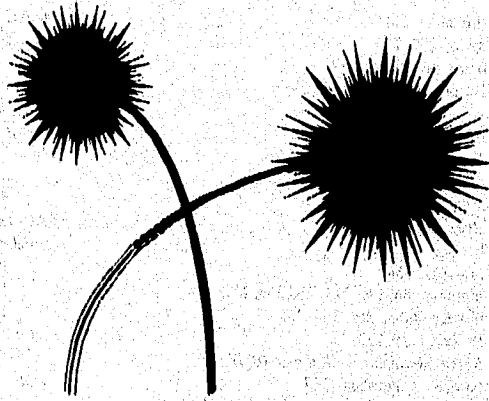
9.	Matrícula de Licenciaturas, 1993	38
10.	Evolución de la matrícula de algunas carreras	39
11.	Ingenierías con matrícula mayor	41
12.	Los pocos posgraduados	43
13.	Proporción de ingenieros en algunos países	44
14.	Brechas en sueldos con respecto a Estados Unidos (por ocupación)	49
15.	Profesión del presidente o director general	50
16.	Alumnos de primer ingreso	52
17.	Calificaciones en los exámenes de diagnóstico y global para las generaciones últimas	53
18.	Índices de aprobación de algunas asignaturas del primer semestre de las generaciones 94 y 95	54
19.	Alumnos titulados por carrera	55
20.	Población escolar en licenciatura en el semestre 96 - I	57
21.	Titulación en el periodo 1985 - 1995	57
22.	Causas y efectos de la degradación ambiental	97
23.	Giros industriales por estado	99
24.	Evaluación de tecnologías en cinco ramas industriales	100



25.	Licenciaturas en ingeniería ambiental	113
26.	Maestrías en ingeniería ambiental	114
27.	Instituciones que imparten especialidades en ingeniería ambiental	116
28.	Especializaciones en ingeniería ambiental, requeridas en México	116
29.	Especialidades de algunos países en campos de la ingeniería ambiental	119
30.	Estudios en ingeniería ambiental en América Latina	120
31.	Producción y distribución de gas natural	135
32.	Producción y distribución de gas natural	136
33.	Producción de gas natural en campos seleccionados	137
34.	Reservas probadas de hidrocarburos al 1 de enero de 1995	155
35.	Producción de petróleo crudo por región y tipo	156
36.	Producción de petróleo crudo en campos seleccionados	157
37.	Valor de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico	159
38.	Volumen de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico	161



39.	Precio de las exportaciones de petróleo crudo por destino geográfico	163
40.	La tecnología y las fuentes de energía renovables	250
41.	Proyección de necesidades en materia de telecomunicaciones para México	286
42.	Matrícula de ingeniería industrial en instituciones de educación superior de 1989 a 1992	308
43.	Egresados de la carrera de ingeniería industrial de 1988 a 1991	309
44.	Porcentaje de asignaturas por áreas de conocimiento	305
45.	Especialidades en ingeniería industrial demandadas en algunas zonas de México	314



Índice alfabético

A

"El Águila", 140
actuadores, 289
 materiales, 289
administración japonesa, 353
ADN, 355
agentes administrativos, 265
 de software, 265
agua pesada, 194, 195
 abastecimiento de, 68, 69
aleaciones con memoria de forma, 290
Alemania, 20, 118, 130, 279, 336, 337
ambientalistas, 4
América, 339
 Central, 251
 del Norte, 5, 271, 336, 337, 346
 del Sur, 251, 271
 Latina, 68, 71, 119, 149, 251, 254, 256,
 298
American Way of Life, 358
amplificador óptico, 277
anticoncepción, técnicas de, 124
Arabia Saudita, 130
árbol de navidad, 145
Área de Control Central, 239

Argelia, 130
Argentina, 130, 144, 148, 149, 253, 255
artes, 350
aseguramiento de la calidad, 322, 323
 Manual de, 324

Asia, 271
Asimov, Isaac, 267
*Asociación de Profesores de Ingeniería
Ambiental de los Estados Unidos y
Canadá*, 111
AT&T Bell Laboratories, 64, 65
atracción electromagnética, tipo de propulsión de,
 337
Australia, 271, 298
autodesarrollista, 353
automatización, 282
automóvil reciclable, 66
Autrey, Dr., 139
Avantel, 285

B

Baja Emisión de Contaminantes, 83



Banamex, 285
barrio, 293, 296
barra de control, 196
Beccarel, Edmond, 171
Henri, 190
Bednarcz, George, 293
Benetton, 351
Bergomi Company, 339
bienes de producción, 7
Bimbo, 127
biogas, 253, 254
biología, 354
biomasa, 86, 176, 215, 216, 249, 253, 254
biotecnología, 267, 354, 355
Bolivia, 130, 250
Bolsa Mexicana de Valores (BMV), 13
bomba de gasolina, 338
de gasolina, capacidad de la, 340
de gasolina, nacimiento de la, 338
multifase, 342
boro, 191, 196
Bowser, Sylvanus F., 339
Braille, 292
Brasil, 176, 252 - 255
Brynton, ciclo, 244
British Petroleum (BP), 148, 150
Burgos (yacimiento de gas), 128

C

cañería electrónica, 357
cabeza, 145
cable coaxial, 272, 280
caché, 275
cadmio, 191
cake, 144
calcio, 296
calidad, 321, 323
de vida, 321
auditoría de, 324
certificación de la 322, 323
calor, formas de transmisión del, 177
Cámara Nacional de la Industria Textil, 14
Manufacturas Eléctricas
(CANAME), 242

Canadá, 19, 20, 27, 44, 130, 241, 298
Canal de Suez, 146
cáncer, 122
carbono, monóxido de, 243
Caribe, 68, 71
carreras universitarias de demanda mayor, 349
celdas fotoeléctricas, 186
fotovoltaicas, 171, 188
solares, 188, 343
censo de 1990, 23, 31
central de ciclo combinado, 86, 341
eléctrica, 176
hidroeléctrica pequeña (PCII), 209, 251
hidroeléctrica, 176
centro de gravedad de la producción, 28
social, 28
Centro Nacional de Control de Energía
(CFNACE), 221, 239,
240
Enseñanza Técnica
Industrial (CFNETI),
299
certificación de la calidad, 322, 323, 324
Chile, 250, 253
China, 234
chip, 275, 276
ciencia, 61, 62, 320, 356
círculos de calidad, 323
ciudades - Estado 5
cobre, 293
colectivo, transporte, 358
Colegio Militar, 299
Colombia, 71, 130, 148
Combinación Severa de Inmunodeficiencia
(SCID), 122
combustibles fósiles, 243
comercio global, 5, 6
Comisión Consultiva Mixta de Abastecimientos
del Sector Eléctrico
(CCMASE), 242
Federal de Electricidad (CFE), 223,
228, 233, 234, 240, 254 - 259
Nacional de Ecología, 105, 111
de Inversiones Extranjeras
10
del Agua, 74, 75, 77, 78
Comisiones Nacionales de Caminos
y de Irrigación, 18
Comité del Comercio Exterior del Petróleo, 13
Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC),
235, 236, 237, 239

competitividad, 313
 concreto polimérico, 223
Conductus, 294
Conduxer, 253
 confinamiento inercial, 201
 magnético, 201, 202
Congreso de la Unión, 284
Consejo de Cuenca del Valle de México, 77, 78
del Sistema Nacional de Educación
Tecnológica (COSNET), 297
Nacional de Ciencia y Tecnología
(CONACYT), 19
Consejos de Cuenca, 77, 78
Consortio del Agua del Noreste, 76
 construcción inteligente, 335
 contaduría, 349
 contaminación por vehículos automotores, 79-86
 en México, Problemas principales
 de, 96-102
 líneas indispensables para el
 control de la, 106
 Corea del Sur, 6, 234
 corriente fotoeléctrica, 186
 Costa de Marfil, 212
 Costa Rica, 71, 254
 Cuba, 212
 cuello de botella, 302
 cuenca del Pacífico, 352
 cuerpo blanco, 185
 oscuro, 185
 cultura de la basura, 90, 94
 global nueva, 351
 telemática, 285
 Cupiagua, campo petrolero de, 148
 Curie, Marie, 190
 Pierre, 190
 Cusiana, campo petrolero de, 148

D

Deprez, Marcel, 219
 derecho, 349
derrick, 144
 desempleo ilustrado, 348
 deuterio, 195, 201

Dinamarca, 171
Dirección General de Profesiones, SEP, 21, 43
 diseño para el desensamble, 64
 al ensamble, 64
 el medio ambiente, 64
 el reciclaje, 64
 la fabricación, 64
 dispositivo de interferencia cuántica de
 superconducción (SQUID), 294
 distancia focal, 182
 distribución de energía eléctrica, 232
 diversificación, 329
 División de Estudios de Posgrado de la FI,
 UNAM, 110, 115
 Doheny, William, 140
 Du Pont, 325

E

ecología industrial, 65
 economía mundial, 8, 352
 Tipos de, 1, 2, 3
 Bipolarismo, 3
 De estado, 3
 De la piratería, 2
 De los bárbaros, 2
 De los grandes descubrimientos,
 2
 De los imperios, 2
 De recolección, 1
 De supervivencia, 1
 Del mercantilismo, 2
 feudalismo, 2
 Liberalismo, 2
 Neoliberalismo, 3
 Revolución industrial, 2
 Ecuador, 148, 254
EDISON (del grupo *MONTEDISON*), 341
 Edison, Thomas A., 219
 efecto fotoeléctrico, 186
 fotovoltaico, 186
 invernadero, 177
 Einstein, Albert, 190
 ejercicio profesional, 23, 25, 26, 34
 El Salvador, 255



electrólisis, 172
Emisión Cero, 83
 de *Contaminantes, Baja*, 83
 Transición en Baja, 83
 Ultra Baja, 83
empresa grande, 301, 302
 mediana, 301, 302
 micro, 301, 302
 pequeña, 301
energía calorífica, 206
 de fusión, 204
 eólica, 213, 214, 255
 geotérmica, 206, 207
 hidráulica, 250
 maremotriz, 211, 212
 térmica, 206
Energías Renovables en las Américas (RELA), 256
ensamble automático, 287, 288
enseñanza - aprendizaje, proceso, 347
entubamiento, 275
escuela - industria, vinculación, 319
España, 126, 337
espectro visible, 185
Estados Unidos, 13, 19, 20, 24, 27, 44, 118, 126, 128, 129, 130, 140, 150, 208, 209, 219, 223, 233, 241, 255, 271, 279, 329, 333, 338, 347, 352, 353
estanque solar, 184, 185
Europa, 5, 6, 118, 271, 298, 336, 339, 346, 351, 352

F

Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Nova Lisboa, 118
Facultad de Ingeniería, UNAM, 51, 112
Faraday, Michael, 218
Fermi, Enrico, 191
Ferrocarriles Nacionales de México, 10
fibra óptica, 272, 276, 291
 redes de, 276
Fisogni, Guido, 339

fluidos electroreológicos, 291
 magnetoreológicos, 291
fluoruro de polivinilo (PVDF), 292
foco de la lente, 182
fotobiología, 172
fotones, 186, 187
Francia, 20, 118, 130, 202, 212, 233, 337
fuentes de energía no convencionales, 245
fuerzas socioeconómicas, 8
fusión magnética, 202
 nuclear, 244

G

galio, 187
gas butano, 129, 130
 propano, 129, 130
 SF₆, 230
gasoducto, 130, 146
gasolina *Magna Six*, 84
 Nova, 84
 bombas de, 338
 consumo de, 84
 quemá de, 357
generación eléctrica, 243
General Electric, 234, 342
globalización, 8, 27, 47
Gobierno Federal, 241
Gramme, dinamo de, 218
Gran Bretaña, 130
gran empresa, 301, 302
guerra fría, 7
Gulf Oil Corporation, 150
GUTSA, 12

H

Hahn, Otto, 191
helio, 195, 292

beli6stato, 183
Hertz, Heinrich, 186
hidr6geno, 243
Hoechst, 12
Holanda, 130, 244
home shopping, 279
Honduras, 252
humanidades, 350

I

IBM, 294
individuo, 356
inducci6n electromagn6tica, 218
industria automotriz, 66, 86
 manufacturera, 303
 maquiladora, 11
 minera, 330
industrializaci6n, 350
Industrias Arka, 13
informaci6n, sociedad de la, 353
Information Highway, 279
ingeniera, 353
ingenieria ambiental, 63, 94 - 122
 Investigaci6n en, 102 - 106
ingenieria, 18, 23, 24, 25, 28, 46, 345
 avanzada, 1, 2, 3, 61, 346, 348
 biom6dica, 122
 de los tejidos artificiales, 123
 defini6n, 17
 gen6tica, 355
 industrial, 298
 Especialidades de, 314
 Perspectivas de la, 306, 316
 mexicana, 50
 Tipos de, 1, 2, 3
ingeniero ambiental, 110
 actividades del, 109
ingeniero industrial, 299 - 306, 312, 313, 316
 habilidades y aptitudes del,
 315
 mercado de trabajo del, 317
 perfiles de formaci6n del,
 318
 Perspectivas del, 304

ingeniero, 24, 25, 29, 47, 350, 352, 356 - 358
 defini6n, 17
 mexicano, 48
ingenieros, 357
 Tipos de, 1, 2, 3
Inglaterra, 20, 140, 212
ingl6s, idioma, 351
innovaci6n tecnol6gica, 220
instalaci6n API, 88, 89
Instituto de Biologia, (UNAM), 110
 de Investigaciones El6ctricas (IIE),
 210, 221 - 223, 239
 de Salud de los Estados Unidos, 122
Polit6cnico Nacional (IPN), 214, 307,
 308, 311
 Tecnol6gico de Estudios Superiores de
 Monterrey (ITESM), 308, 311
Instituto Tecnol6gico de la Rep6blica (IT),
 307, 308, 311
Intel, 274, 278
inteligencia, 292
 artificial, 269
 construcci6n, 335
 red, 270
InterCity Express (ICE), 337
Internet, 272
Ir6n, 130
ISO 9 000, 322
 extensiones de, 322
is6topo, 190
Israel, 126, 183
Italia, 88, 130, 207, 218, 254, 339, 341, 342
itrio, 293
Iusacell, 285
Iusatel, 285

J

Jacobi, 218
Jap6n, 5, 20, 126, 234, 254, 336, 337, 346
Joint European Torus (JET), 202, 203
just in time, 64

K

Kalecsinsky, A. V., 183
Kulper Express, 266, 267
 Kuwait, 130

L

La Rance, 212
Laboratorio de Equipos y Materiales (LAPEM),
 221
Lago de Texcoco, proyecto, 77
Lago Mádve de Hungría, 183, 184
Laguna Verde, 199, 234, 258
 lantano, 293
Ley de Aguas Nacionales, 77
del Servicio Público de Energía Eléctrica,
 257, 258, 260
del Servicio Público de Energía Eléctrica,
Reformas a la, 259
del Servicio Público de Energía Eléctrica,
Reglamento de la, 259
Federal de Comunicaciones, 284
 Libia, 130
 liderazgo, 353, 354
 social, 28
Lloyd's Register Quality Assurance, 324
 locomotora, 338
Los Azufres, 208
Los Alamos, Laboratorio Nacional, 294
Luz y Fuerza del Centro (LyFC), 240

M

machismo empresarial, 325

Maglev, proyecto, 338
Magma Copper Co., 329-332
 manipulación directa, 265
 mantenimiento, 68, 72, 73
 Mar del Norte, 144, 147
Marcotel, 12
 materiales actuadores, 289
 inteligentes, 288
 magnetostrictivos, 290
 piezoeléctricos, 290, 291
MCI Communication Corporation, 285
 mediana empresa, 301, 302
 medicina, carrera de, 349
 Medio Oriente, 149
 Meitner, Lise, 191
 mejora continua, 323
Memoria de Acceso Aleatorio Inteligente
 (IRAM), 276
 mercado laboral, 312
Mercatel, 285
Mercedes-Benz, 336
Mérida III, 258
 mesa giratoria, 143
 método de percusión, 144
 métodos gravimétricos, 141, 142
 magnéticos, 141, 142
 rotatorios (rotary), 143
 sísmicos, 141, 142
 México, 9, 19, 20, 26, 27, 29, 44, 48, 70, 74, 84,
 90, 95, 96, 98, 102, 105, 115,
 118, 127-129, 130, 139, 140,
 144, 149, 150, 179, 180, 183,
 188, 189, 199, 208, 209, 212,
 213, 214, 217, 220, 221, 223,
 225, 227, 234-236, 242-244,
 250, 252-258, 284, 299, 301,
 303, 346, 349
 Ciudad de, 72, 75, 76, 79, 81, 219, 238,
 357, 358
 micro empresa, 301, 302
 microchip, 261
 minería peruana, 333
Modo de transferencia asíncrona (ATM), 273,
 279, 280
 MONTEDISON, 341
Motion Picture Expert Group (MPEG), 281
Motorola, 12
MS 9001, características de la turbina de gas,
 341
 turbina de gas, 341

Müller, K. Alexander, 293
mujer, 353, 354
multimedia, 246, 278, 279
 componentes, 283
multiplexaje óptico, 277

N

NASA, 266
National Ignition Facility, 201
Naval Ordnance Lab, 290
Necaxa, 238
neón, 339
Nicaragua, 255
Nigeria, 130
níquel, 290
nitinol, 290
nucleoenergía, 235, 244, 245
Nuevo Pignona, 339, 341, 342

O

obsolescencia, causas de la, en equipo médico,
 320
oleoductos, 146
Onnes, Heike, 292, 293
open book management, 330
OPGW, 236
Ordenanzas de Minería, 18
Organización Panamericana de la Salud (OPS),
 110, 119
Otto, máquina de, 338
óxido de litio, bario y cobre (YBCO), 293

P

Pacífico, cuenca del, 352
paging, 285
Payamino, campo petrolero de, 148
PEMEX, 10, 13, 126, 127, 150
people technology, 329
pequeña empresa, 301
Perú, 70, 71, 130, 148, 329, 330, 333
Picasso, Paloma, 351
picoprocesadores, 276
Pie Monte, 148
pila voltaica, 218
Pioneer, 267
Phili, Hipólito, 218
Plan de Acción de Estocolmo, 107
 Maestro de Transporte Colectivo, 81
Planeación Integral de los Recursos, 246
planta "Juan de Dios Batiz" (Topolobampo II),
 258
 de ciclo combinado, 341
 termoeléctrica "Ing. Jorge Luque", 238
plutonio, 193, 198, 239
polímeros piezoeléctricos, 292
Portugal, 118
posgrado, 352
posgraduados, 43 - 46, 56
power - sharing, 330
privatización, 9
procesamiento paralelo, 275
proceso enseñanza - aprendizaje, 347
productividad, 305, 306, 307, 312
profesional, 349
*Programa de Desarrollo de Cogeneración de la
 Biomasa*, 253
 Nacional de Solidaridad
 (PRONASOL), 253
propulsión láser, 341
 por atracción electromagnética, 337
 solar - eléctrica, 343
 tipos de, 337
proyecto CYC, 269
Puerto Rico, 256



Q

quemadores EV, 88

R

radiación solar, distribución de la, 174
Rankine, ciclo, 244
raquinacuy, 331
reacción en cadena, 191, 192
reactores nucleares, tipos de, 195, 196
Real Sumario de Minería, 18
realidad virtual, 246, 275
recursos humanos, aspectos ecológicos a cubrir por, 108, 109
red inteligente, 270
régimen gubernamental, 351
 individual, 351
Reglamento de Gas Natural, 11
reingeniería, 237
relaciones laborales, 330, 333
Renacimiento, 350
República Dominicana, 252, 254
repulsión, tipo de propulsión de, 337
residuos sólidos, 89 - 94
 sólidos, propuesta de trabajo, 91 - 94
 sólidos, tipos, 93
revolución de la reforma tributaria, 7
Revolución Industrial, 297
 Mexicana, 140
robótica, leyes de la, 268
rock, música, 350
Rosenbluth, Emilio, 23
Royal Dutch - Shell, 150
Rumania, 130
Rusia, 341

S

Sakharov, Andrei D., 202
Samalayuca II, 258
SATURN, 340
Scanning Tunneling Microscope (STM), 263
Schilling, Andreas, 296
Scientific Atlanta, 280
Secretaría de Agricultura, 78
 de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), 11, 78, 301
 de Comunicaciones y Transportes, 9, 10, 285
 de Desarrollo Social, 78
 de Desarrollo Urbano y Ecología, 108
 de Energía, 78
 de Ganadería y Desarrollo Rural, 78
 de Hacienda, 9, 78
 de la Contraloría y Desarrollo Administrativo, 78
 de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 78, 108
 de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, áreas de, 108
 de Salud, 78
sector empresarial, 317
 productivo, vinculación con el, 318, 319
seguridad, 320
selenio, 187
semiconductores, 187
sensores, 291
 de fibra óptica, 291
Servicio Público de Energía Eléctrica, 258, 260
Shinkansen, 337
Siemens, 280
Siemens, Werner Von, 218
siglo XXI, 352, 355, 357
silicio, 187, 263
 dióxido de, 263
 nitruro de, 263
 nitrato de, 263
SIN, 19



- Sistema Central*, 257
de *Aseguramiento de la Calidad*, 322
de *Posicionamiento Global*, 268, 274
Eléctrico, 258
Geográfico de Información (GIS), 76
Interconectado Nacional, 257
- sistema de combustión de premezcla, 87
de educación superior, 348
ecológico natural, 65
nuclear eléctrico, 343
- sistemas analógicos, 271
expertos, 269
fotovoltaicos (FV), 251, 252
híbridos, 253, 255
microelectromecánicos (MEMS),
261 - 263
solares pasivos, 189
- sociedad de la información, 353
mexicana, 358
profesional, 31, 32
Tipos de, 1, 2, 3
- Socomy Mobil Oil*, 150
sodio, 195
solar - eléctrica, propulsión, 343
solar, estanque, 184, 185
Sony, 325
Standard Oil of California, 150
Standard Oil of New Jersey, 150
Star 21, 337
Strassman, Fritz, 191
Subcomisión de Competitividad,
(de la CCMASE), 242
subred, 277
Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente,
108
Suecia, 219, 337
Sun Microsystems, 280
superconductividad, 292, 293
superconductores, 230
- T**
- Taiwan, 6, 234
Tamm, Igor Y., 202
tanques metaneros, 130, 147
- Taylor F., 297
técnica, 320
tecnología, 61, 62, 354, 356, 357
automotriz, 83
avanzada, 350
del viento, 250
fotovoltaica, 250
mexicana, 106
minihidroeléctrica, 250
solar térmica, 250
de la conversión de la biomasa, 250
- telecomunicaciones, 6, 7, 236, 237
Telekom, 279
televisión global, 351
TELMEX, 12, 14, 253
tendencias mundiales, 350
teoría inorgánica del origen del petróleo, 141
orgánica del origen del petróleo, 141
terapia genética, 122
terbio, 291
terfenol - D, 291
termalización, 194
termoeléctricas, 226
Tesla, 219
Texas Center of Superconductivity, 294
Texas Oil Company, 150
The Pluto Fast Fly-by, 266
thyristores, 220
Tierra, 206, 207
Tintaya, 329, 330, 332, 333
titanio, 290
titulación, 53, 57
Tokamak Fusion Test Reactor (TFTR), 202,
203, 205
tokamak, 202, 204
Tokheim, John J., 339
torio 232, 193
Train à Grande Vitesse (TGV), 337
Transición en Baja Emisión de Contaminantes,
83
transporte colectivo, 358
Tratado de Libre Comercio (TLC), 27, 28, 241
triángulo de oro de la libertad de comercio, 6
trito, 201
tren bala, 337
trunking, 285
turbina de gas, 340 - 342
MS 9001, 341
características de la,
341

turbogas, 226
turboperforación, 144

U

Ultra Baja Emisión de Contaminantes, 83
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas
(UPIICSA, IPN), 299
Universidad Anáhuac (UA), 308, 311
Autónoma Metropolitana (UAM),
107, 111, 307, 308, 311
de Berlín, 118
de Houston, 294
de Moscú, 202
Ibero Americana (UIA), 308, 311
Nacional Autónoma de México
(UNAM), 299, 307, 308, 311,
347
Tecnológica de Compiègne, 118
Univacom, 285
uranio 235, 190 - 197, 198
dióxido de, 197
hexafluoruro de, 197
URSS, 20, 130, 340, 341
U. S. Vanguard I, 171

V

Vanguard I, U. S., 171
vapor, 338
velas solares, 341
Venezuela, 130, 144, 148, 149
Viejo Zubizaray, Manuel, 299
viento, 213
Volta, Alessandro, 218
Voyager, 266

W

Westinghouse, 234
Wieland Furniture, 325 - 327
hermanos, 325
Transportation, 325, 327
Wrangler Co., 12

X

xenón, 343

Y

Yamagawa, 12
YBCO, 293
Yumiseva, Jaime, 248

Z

zircaloy, 197
vainas de, 193, 194
zirconio, 197