



Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros, A.C.

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA MEXICANA

Ing. Carlos A. Morales Gil
Presidente UMAI

16 de noviembre de 2011
26° Congreso Nacional de Ingeniería Civil
México, D.F.

- ① Antecedentes
- ① Entorno actual
- ① Retos para la ingeniería mexicana

- **El desarrollo económico de una nación está fuertemente vinculado con la capacidad para utilizar sus recursos y generar tecnología propia.**
- **Países como Japón, Estados Unidos y Alemania han mostrado desarrollo y tecnologías de vanguardia gracias a los esfuerzos enfocados en la formación de ingenieros y científicos.**
- **A continuación se hace una recopilación de los diferentes hitos de la ingeniería en México y un análisis de los retos que enfrentan los ingenieros para mejorar las capacidades nacionales**



Chichén Itzá, 525 D.C.

Ingeniería 500 D.C.

- En esta época se construyeron pirámides
- Se requirieron habilidades, ingenio, técnicas como la falsa bóveda y la astronomía para su construcción

Ejemplos:

- Pirámide de Kukulcán en Chichén Itzá
- Pirámides del Sol y la luna en Teotihuacán
- Pirámide de los Nichos en El Tajín
- Pirámide de Cuicuilco



Tenochtitlan, 1325

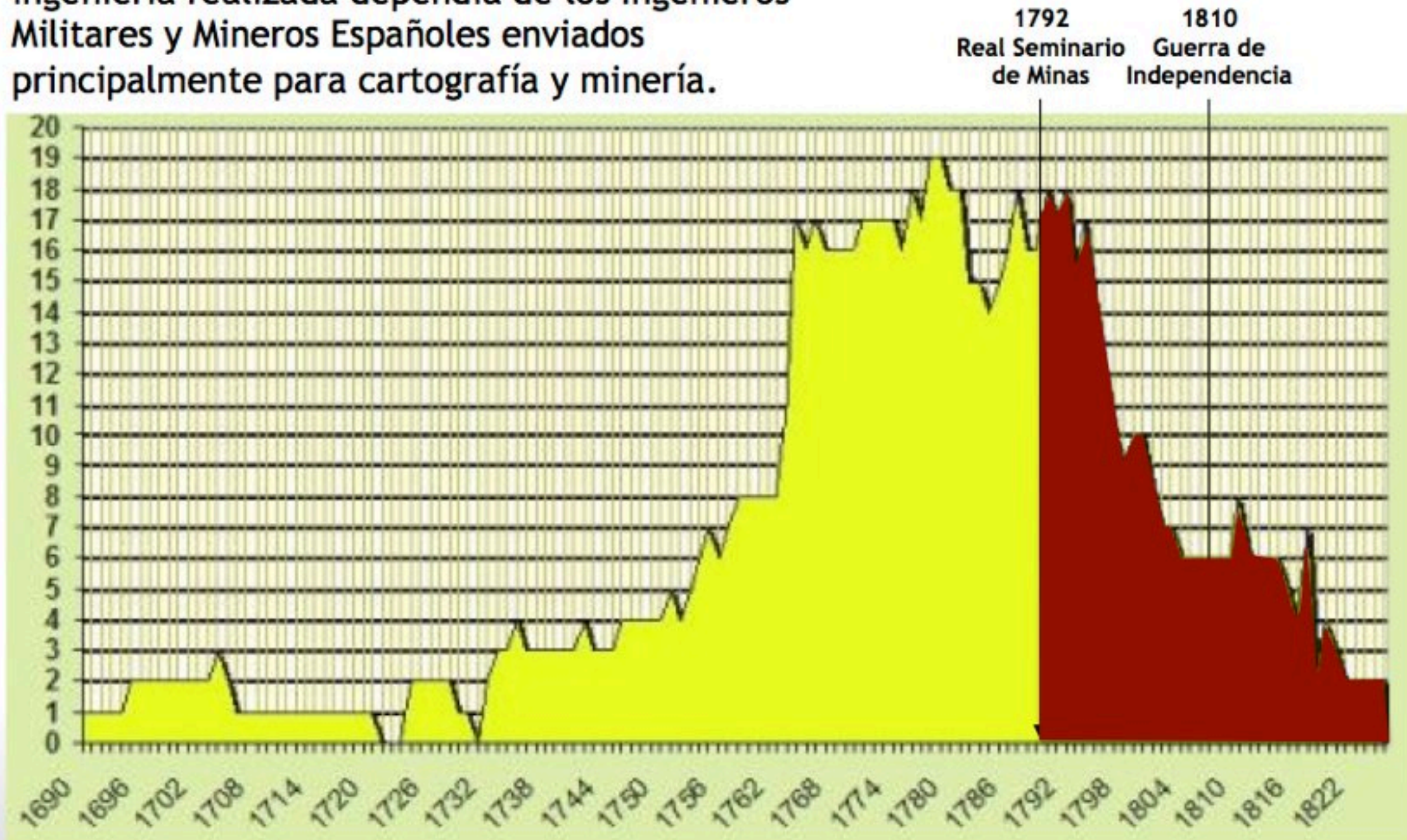
Ingeniería en Tenochtitlan

- **Minería.** Obsidiana para armas y utensilios
- **Construcción.** Templos, casas, canchas de juego de pelota
- **Avenidas.** Tierra apisonada para tránsito humano y canales para canoas.
- **Agricultura.** Producción de alimentos y carnes.
- **Agua.** De los manantiales se distribuía el agua hacia fuentes públicas y casas de nobles.



- En esta época se construyeron en la Ciudad de México 1,436 inmuebles
- Entre los edificios más notables de la Colonia, se encuentran:
 - Palacio Nacional
 - La Catedral
 - Casa de los Azulejos
 - El Castillo de Chapultepec
 - Palacio del ayuntamiento
- En la Nueva España los ingenieros diseñaron plazas trazadas geométricamente y en forma rectangular que tenían una iglesia o catedral, edificios municipales y comerciales, además de carreteras y acueductos
- La minería era la principal actividad lo que condujo al descubrimiento de yacimientos
- El comercio se realizaba a través de dos puertos, Veracruz (Golfo de México) y Acapulco (Oceano Pacífico)

En el Siglo XVIII, época del Virreinato, la ingeniería realizada dependía de los Ingenieros Militares y Mineros Españoles enviados principalmente para cartografía y minería.





Teatro Nacional



Mapa del Ferrocarril Mexicano

En la guerra de independencia se unieron los ingenieros egresados del Real Seminario de Minas, principalmente:

- Casimiro Chovell
- José Mariano Jiménez y
- Rafael Dávalos

En 1810 México ya contaba con:

- 7,605 km de carreteras
- 19,720 km de caminos de herradura

En esta época hubo poca actividad de ingeniería dado que había poco presupuesto por las guerras como:

- 1846-1848 Guerra México-EUA
- 1857-1861 Guerra de Reforma
- 1862 Batalla de Puebla

Sin embargo:

- En 1844 se inauguró el Teatro Nacional
- 1872 se inauguró el Ferrocarril Veracruz-México

Porfirio Díaz en su tercer periodo presidencial 1884-1911 permitió la inversión extranjera lo que generó el desarrollo de infraestructura:

- Inició la construcción de redes de telégrafos y teléfonos alcanzando más de 23,000 km.
- Se inicia la generación de energía eléctrica con turbinas en plantas hidroeléctricas.
- En 1879 se descubrieron reservas de petróleo en Veracruz e inició su explotación.
- En 1887 se construyeron las primeras refinerías.
- México ocupó el 1er lugar de producción de plata.
- Se creó la primera planta siderúrgica.
- En 1904 empezó la construcción del Palacio de las Bellas Artes.
- La red de ferrocarriles pasó de 660 km a 24,500 km, en su mayoría construidas por Ingleses, Franceses y Americanos
- En 1909 se creó Ferrocarriles de México.





La ingeniería en la Revolución y la Post-Revolución

Instituciones de educación

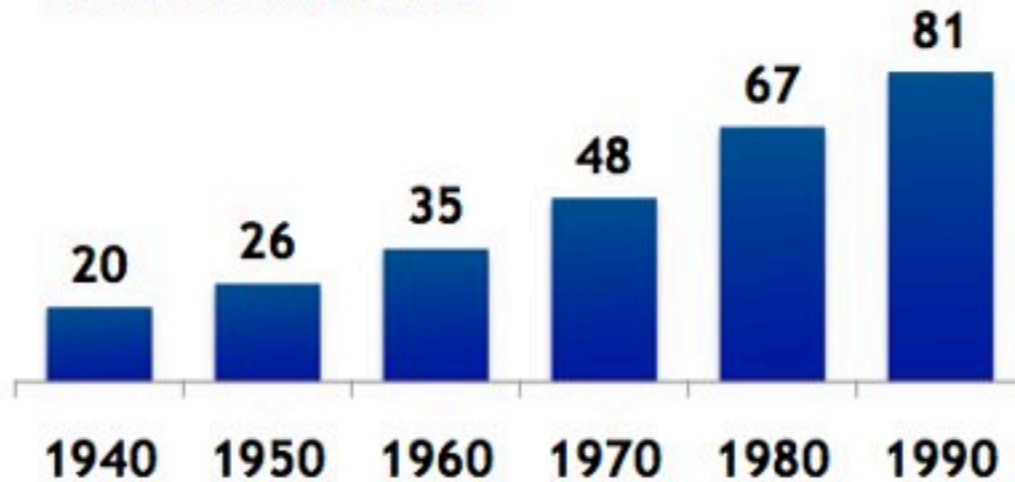
- 1910 — Se funda la Universidad Nacional de México (UNAM)
- 1914 — Se crea la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista
- 1915 — Se crea la Escuela de Ingeniería de las Máquinas (IPN)
- 1916 — Se funda la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Escuela Nacional de Industrias Químicas
- 1924 — Se crea la carrera de Ingeniero Petrolero
- 1926 — Se crea la carrera de Ingeniero Geólogo

Industria

- 1911 — Se fabrica el primer motor para aeronave totalmente hecho en México de 60hp cilindros opuestos y enfriados por aire
- Se crea la primera fabrica de aviones
- 1915 — Construcción del primer porta bombas
- Creación de la Fuerza Aérea Mexicana
- 1917 — Se construye el primer hidroavión mexicano
- 1920 — Nace la aviación comercial de México a Pachuca, Toluca y Puebla

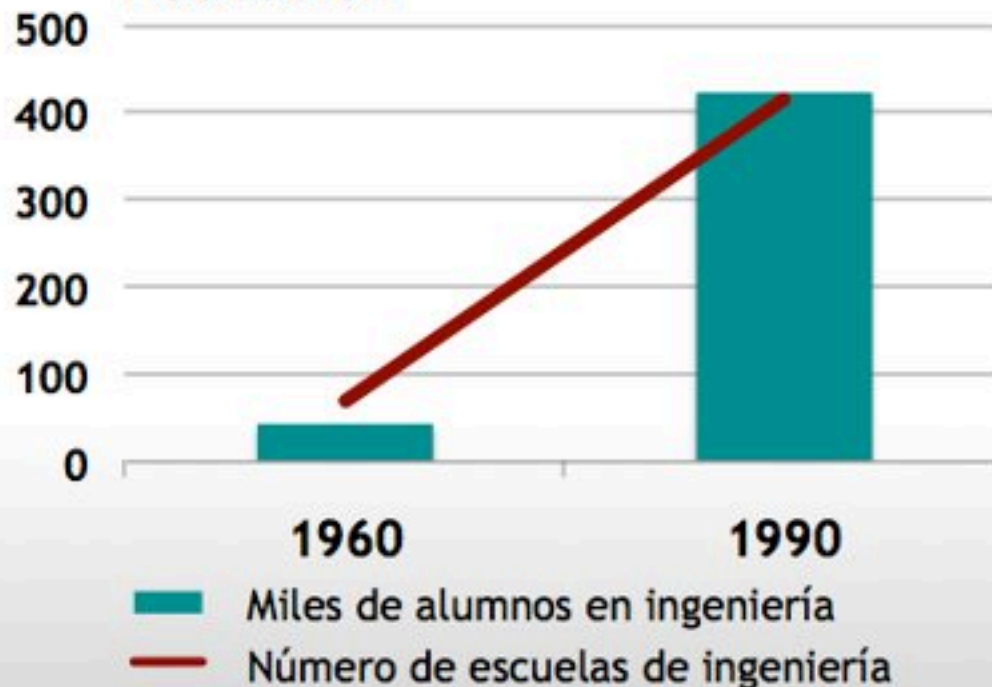
Población

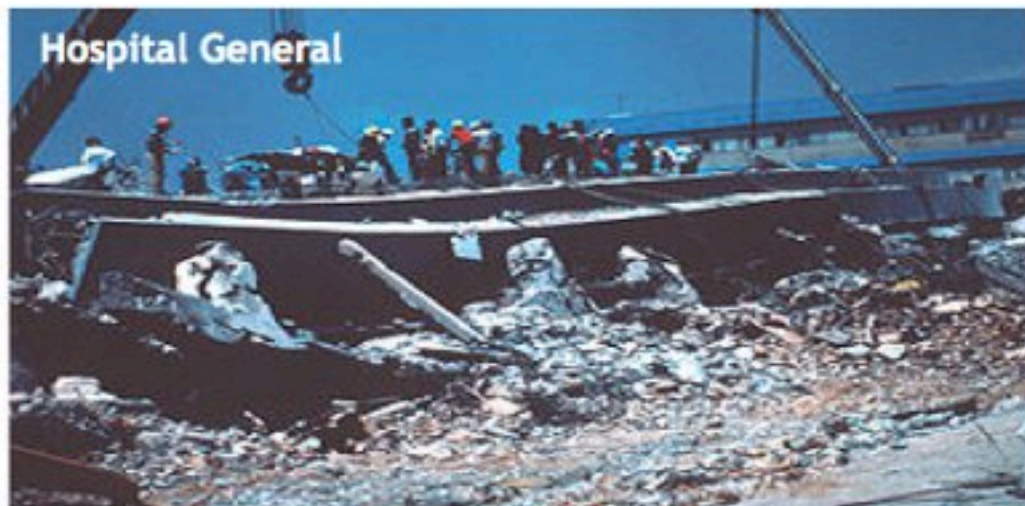
Millones de habitantes



- De 1920 a 1990 la población y en consecuencia los requerimientos de desarrollo proporcionados por la ingeniería incrementaron exponencialmente
- México enfrentó de manera sustentable la educación pasando de 70 a más de 400 instituciones que impartían 87 disciplinas en ingeniería
- La expropiación petrolera de 1938, obligó al desarrollo de habilidades nacionales
- En los 70`s se experimentó un crecimiento en el sector energético por el descubrimiento de Cantarell
- La industria automotriz se desarrolló y la infraestructura creció sustantivamente

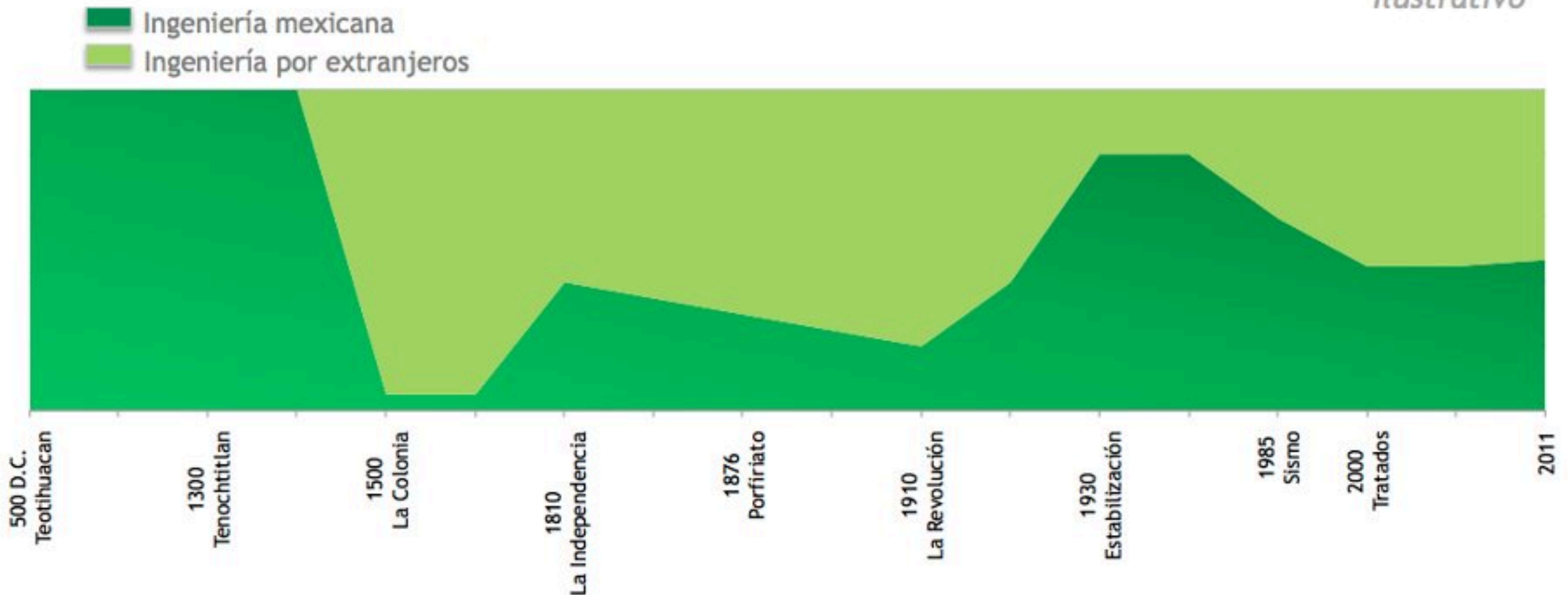
Educación





La tragedia suscitada principalmente en la Ciudad de México, generó una nueva era en los reglamentos de la construcción

- El número de estructuras destruidas en su totalidad fue de aproximadamente 30,000 y aquellas con daños parciales 68,000
- La Torre Latinoamericana y la Torre Ejecutiva Pemex fueron casos excepcionales de ingeniería pues este terremoto no les causó daño alguno
- Más de 152 edificios fueron demolidos
- Se recogieron 2,388,144 m³ de escombros
- Para despejar 103 vías prioritarias se retiraron 1,500,000 t de escombros (110,600 viajes de camiones de volteo)
- Más de un millón usuarios quedaron sin servicio eléctrico
- Más de 516,000 m² de carpeta asfáltica afectados por fracturas, grietas y hundimientos
- Más de 85,000 m² de banquetas destruidos

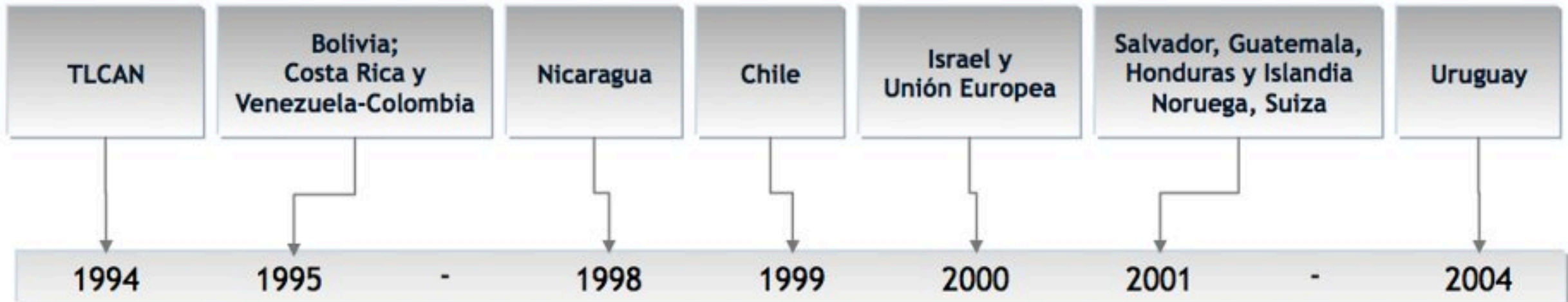


Las tendencias de la participación de la ingeniería mexicana en la historia de México:

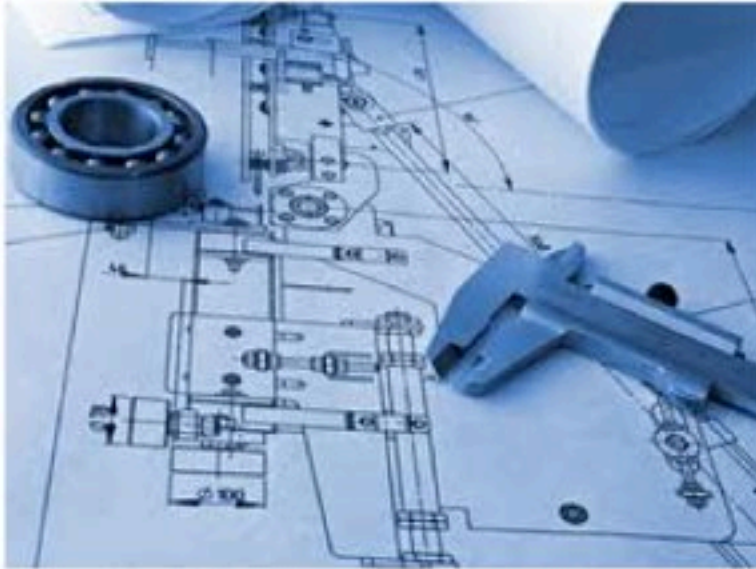
- Antes de la Colonia, la ingeniería desarrollada era totalmente nacional.
- En la Colonia se redujo sustantivamente la participación de los ingenieros mexicanos.
- Se reactivó la ingeniería de 1920 a 1980, hasta el inicio de la globalización, en donde se muestra un decremento de la actividad.

- Antecedentes
- Entorno actual**
- Retos para la ingeniería mexicana

Tratados comerciales

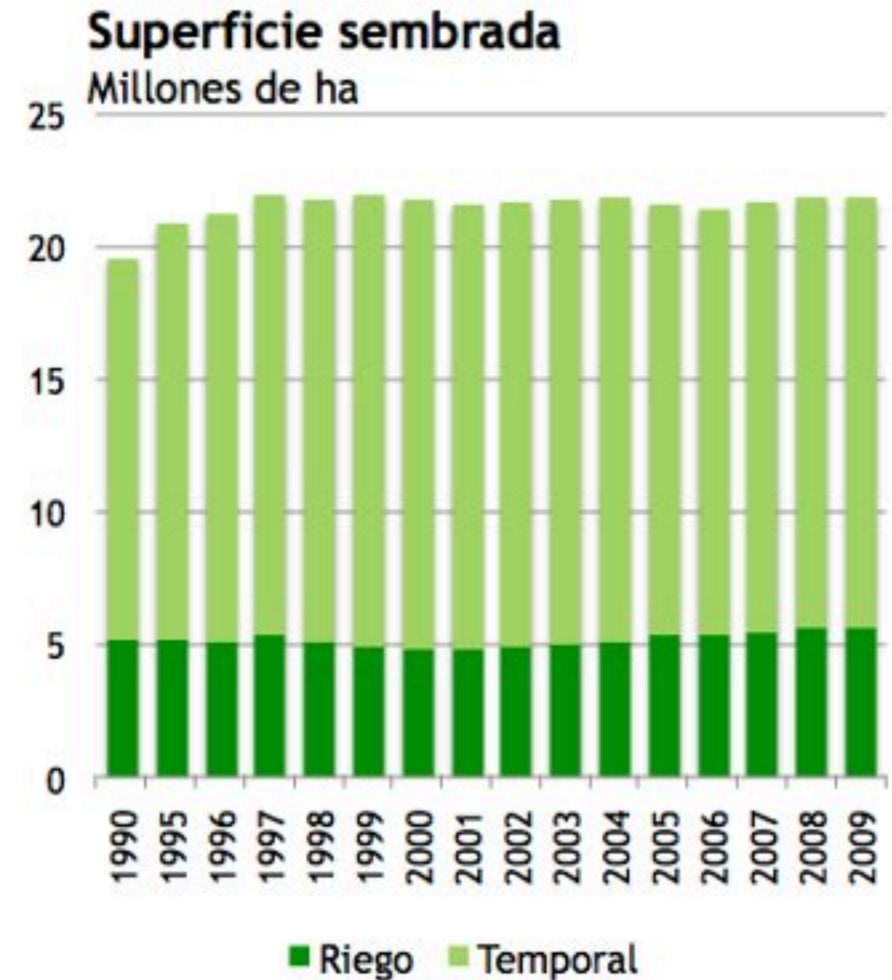


- La política económica internacional permitió que México iniciara la fase de globalización
- La apertura generó un gran impacto en desarrollo de las capacidades nacionales de ingeniería
- Actualmente México tiene 1,281 tratados
 - 653 Bilaterales
 - 617 Multilaterales
 - 11 Comerciales

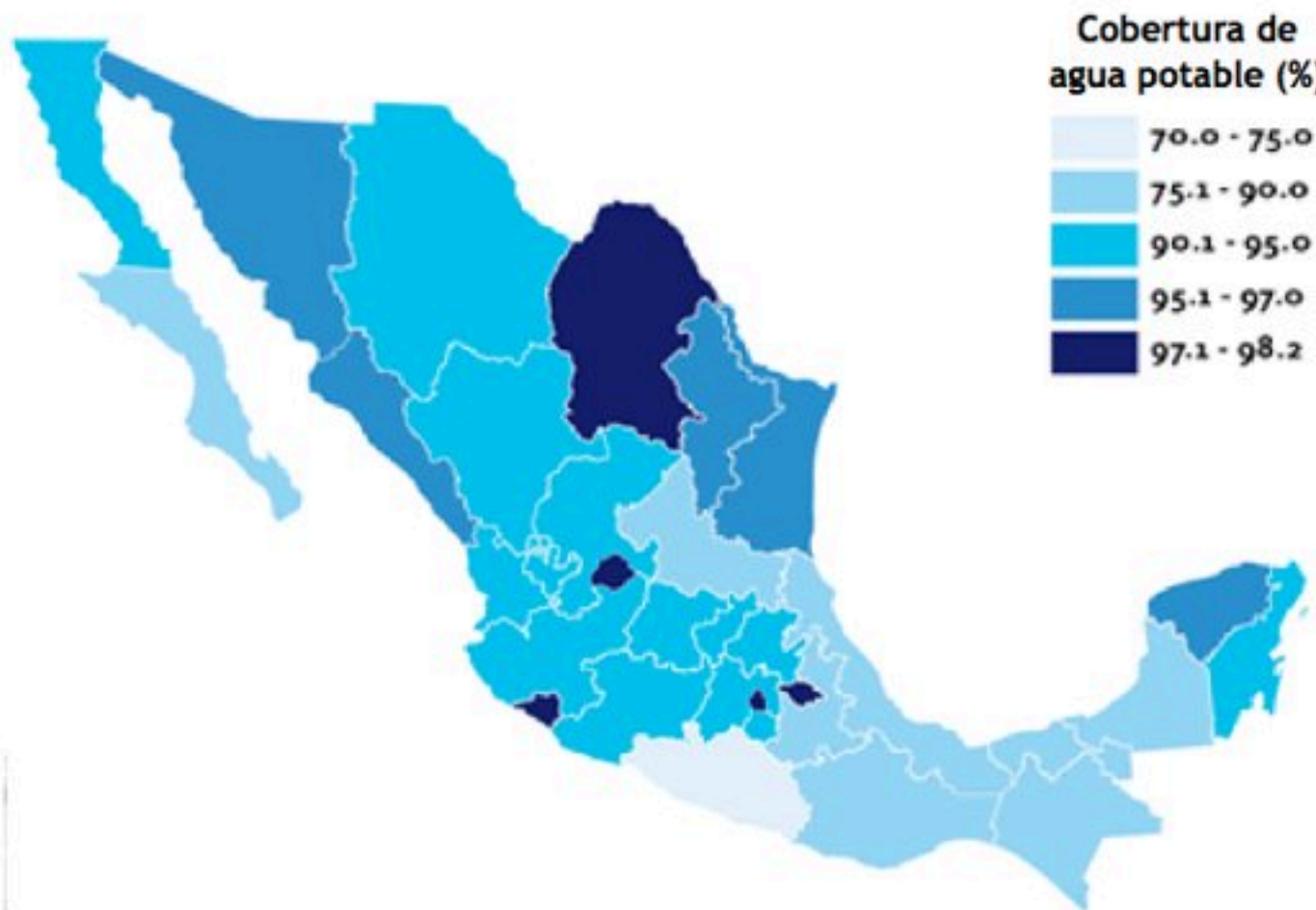


Actualmente la ingeniería se aplica principalmente en las siguientes áreas:

- **Investigación y desarrollo**
- **Explotación de recursos naturales**
 - Hidrocarburos y energías alternativas
 - Minería
 - Agricultura y agua
- **Creación de infraestructura**
 - Construcción de edificios y carreteras
 - Puertos aéreos y marinos
- **Transporte**
- **Transformación industrial**
- **Telecomunicaciones e informática**
 - Satélites, radio, TV
 - Internet, Red de fibra óptica



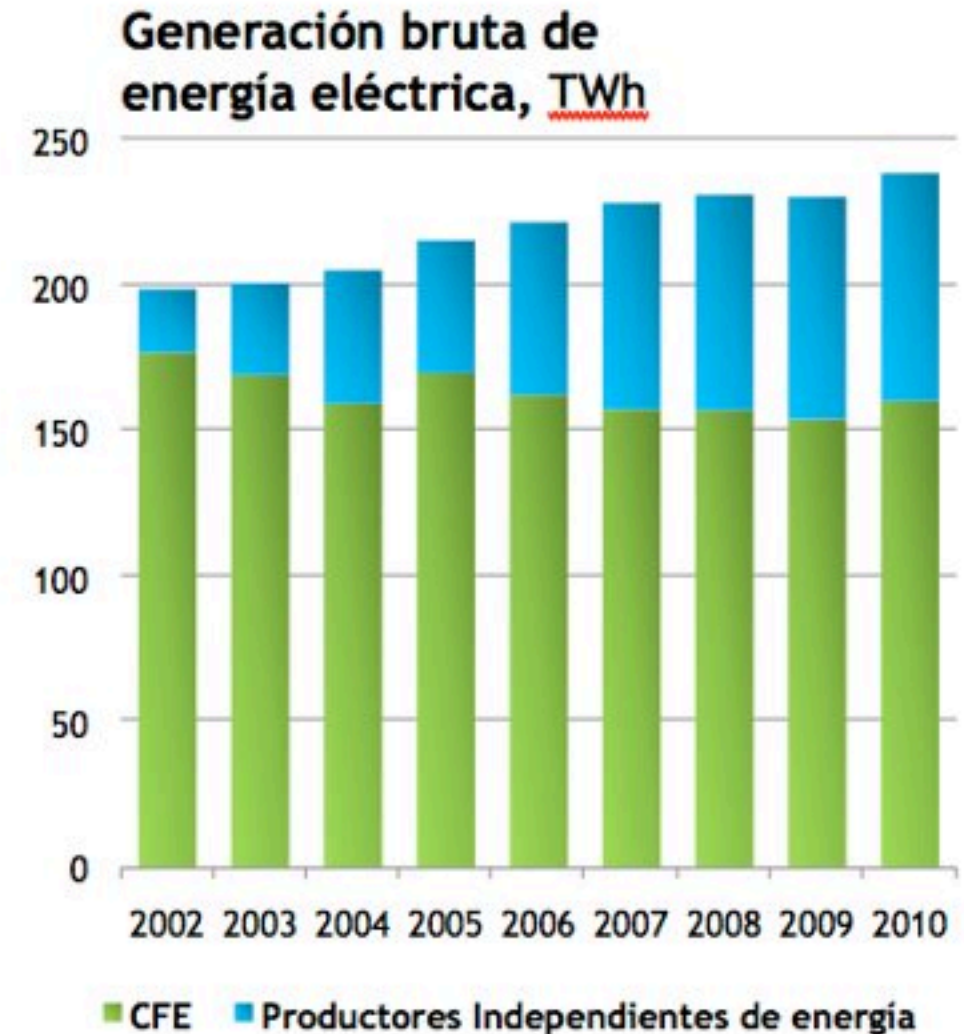
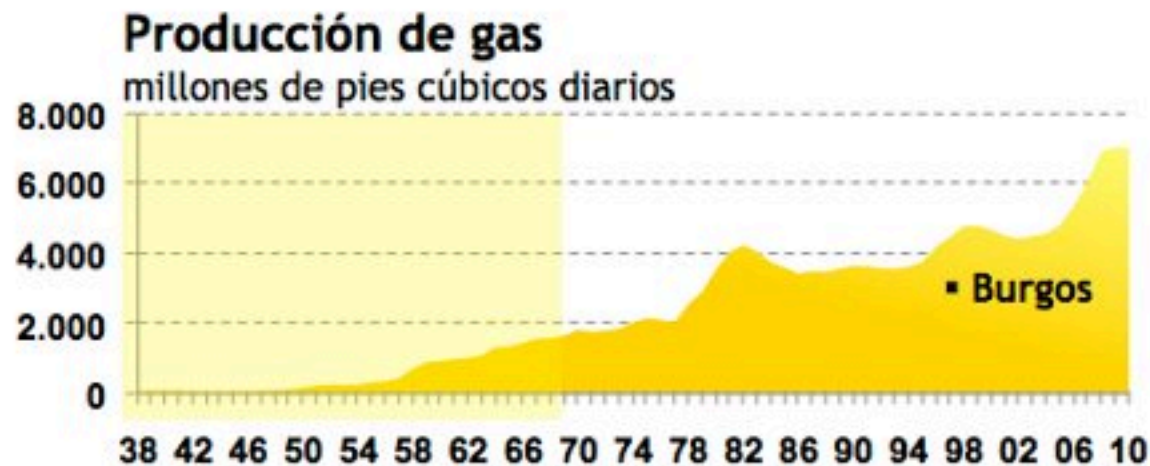
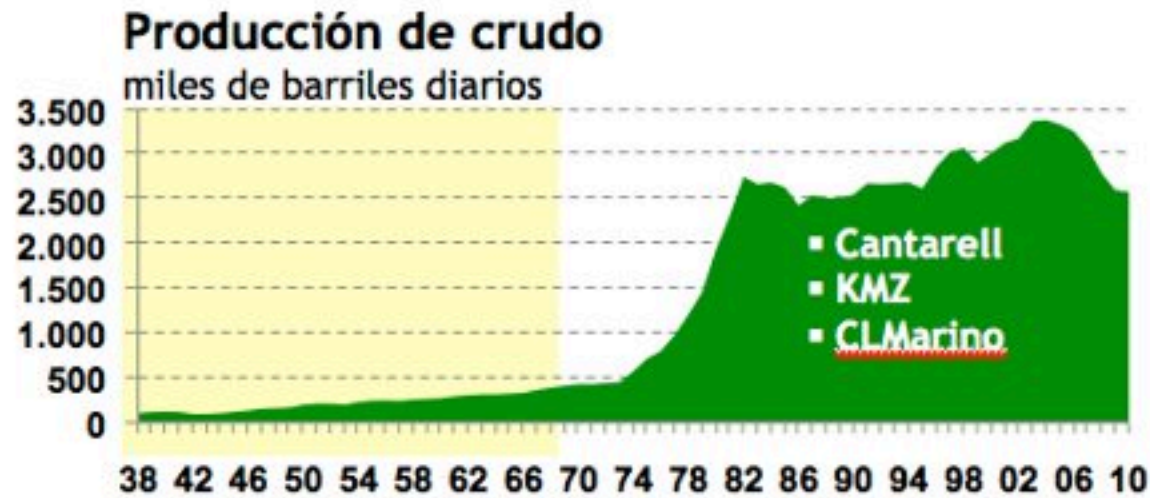
- Es necesario incrementar la tecnología de la agricultura
- Las inversiones en el campo han sido limitadas
- Se presenta un incremento de agroindustrias extranjeras
- Sería conveniente desarrollar proyectos de irrigación (agua de sur a norte)



La ingeniería mexicana debe apoyar la solución de algunas de las siguientes problemáticas de abastecimiento de agua:

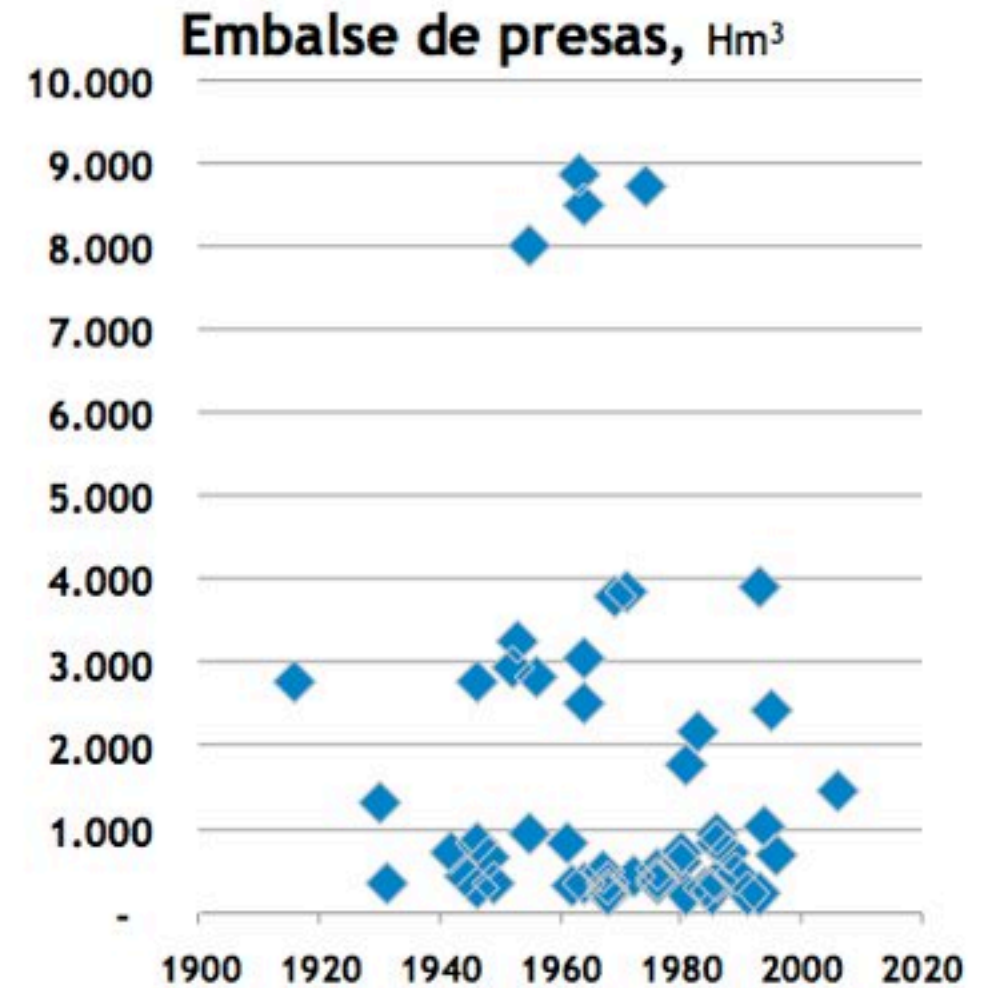
- La carencia de agua se debe a la falta de inversiones en proyectos para el abastecimiento del agua
- Es insuficiente el mantenimiento de las redes actuales
- Un alto porcentaje del agua potable se pierde por fugas, conexiones ilegales y vandalismo





En este sector existen altas inversiones, pero es indispensable desarrollar capacidades y talento mexicano en proyectos masivos y complejos como:

- Geología del subsuelo, perforación y producción en aguas profundas
- Shale Gas



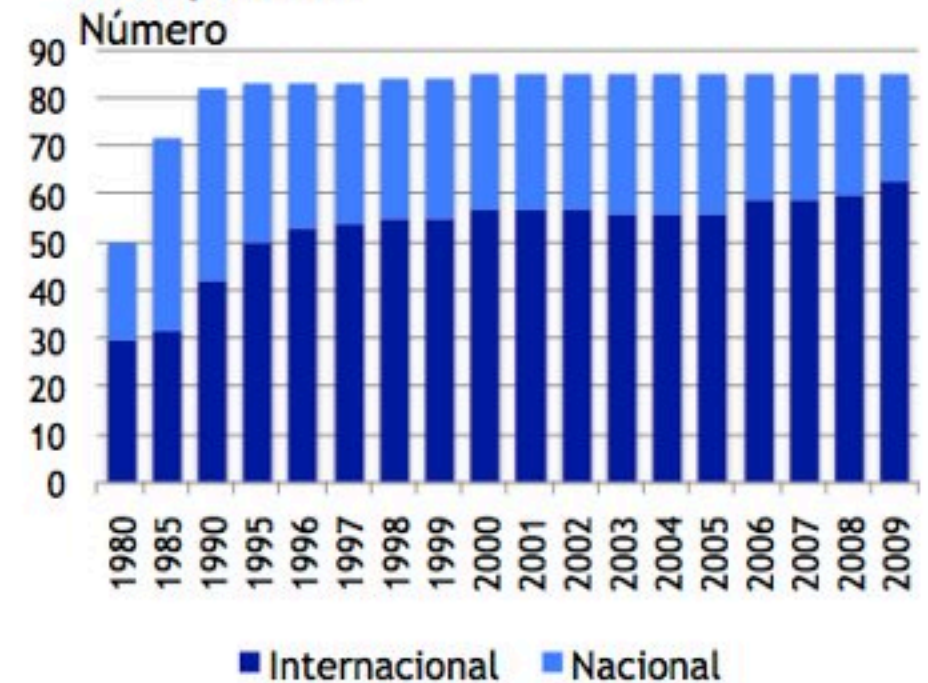
- Desde 1916 hasta la fecha se han construido 52 presas mayores con embalses de 200 a 9,000 Hm³
- El 62% de éstas tienen capacidad menor a los 1,000Hm³
- El total de presas suman 48,000 km² de depósito de agua
- Se requieren más inversiones en nuevas presas



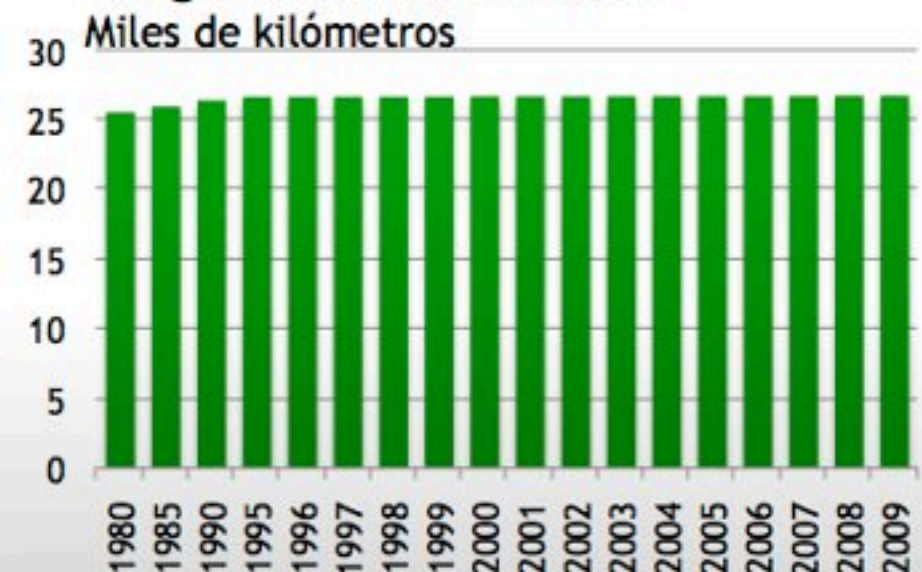
- La problemática del sector transporte es la nula inversión para su crecimiento
- Se requiere tecnología e inversión para sistemas de transporte de alta eficiencia (trenes de alta velocidad y puertos)

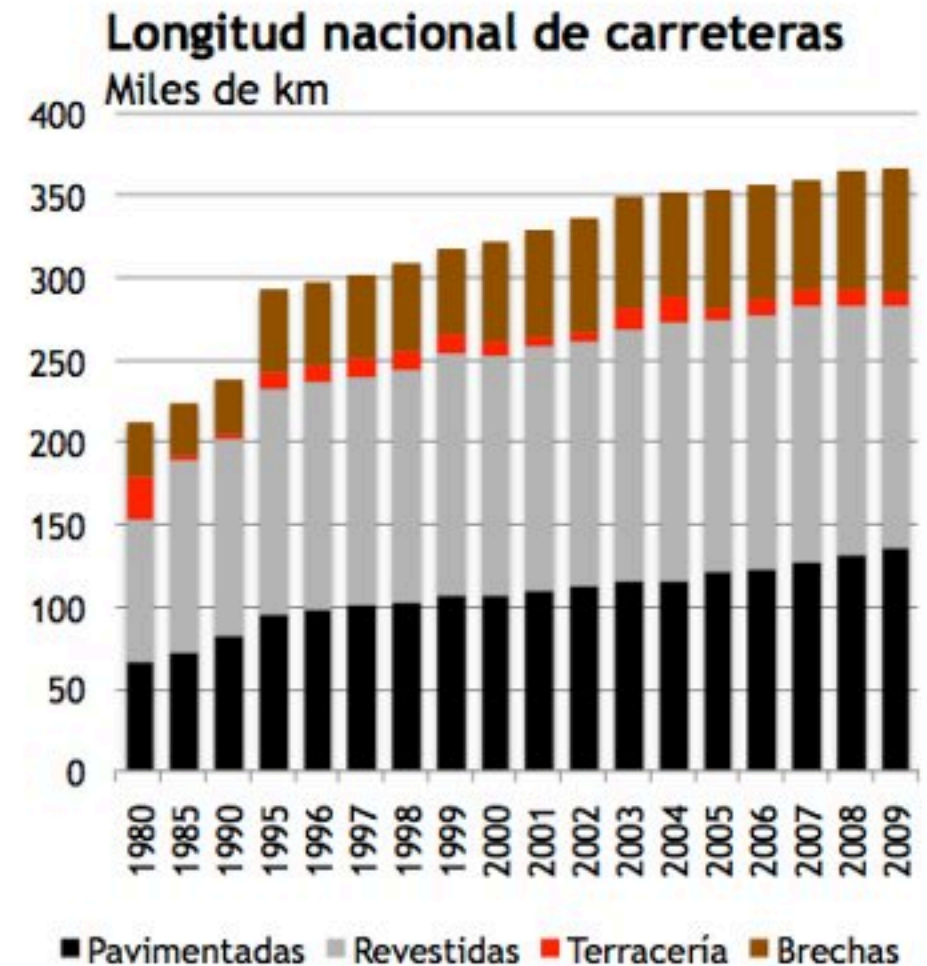
Fuente: INEGI

Aeropuertos



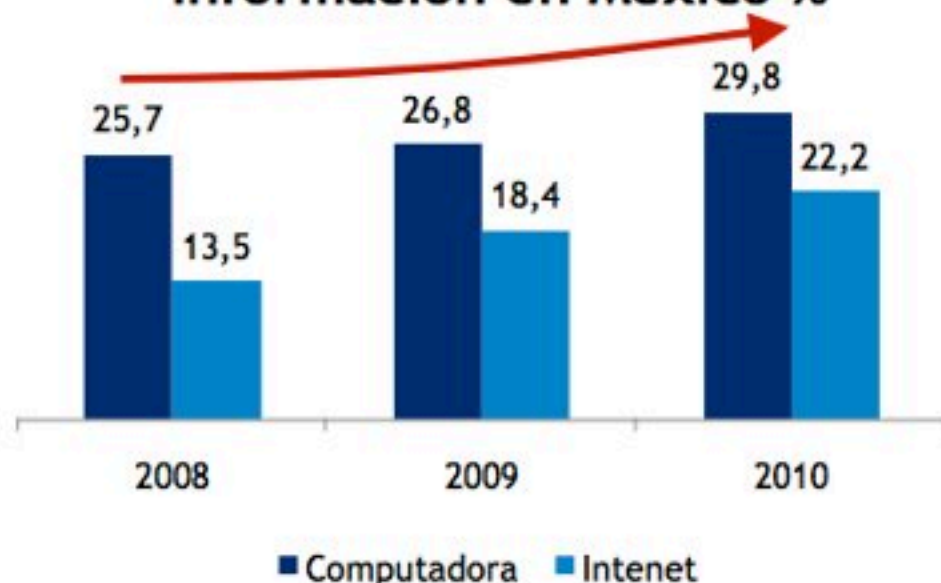
Longitud de vías férreas





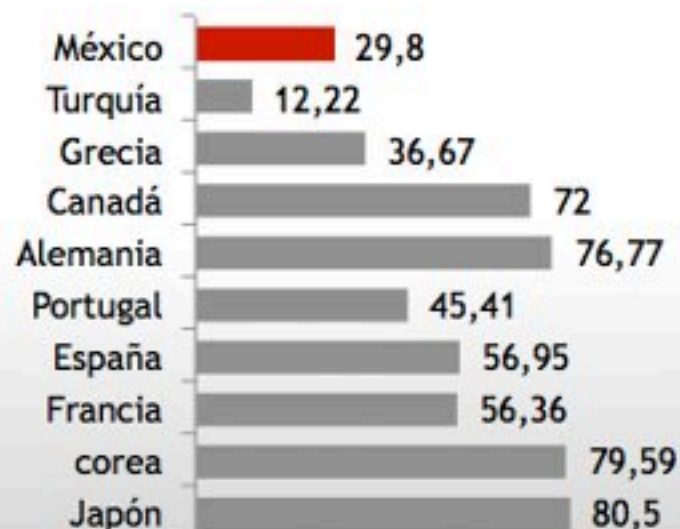
- En la última década, el incremento de carreteras ha sido únicamente del 13%, dada la limitada inversión
- 48,000 km son de carreteras troncales federales y 8,300 km de cuota

Población con tecnología de información en México %

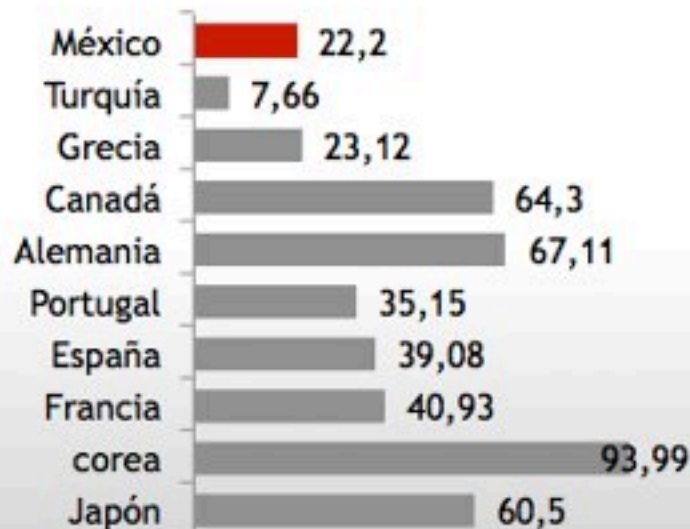


- El acceso a tecnologías de información año con año se incrementa en México.
- La brecha que existe con otros países representa un reto principalmente en construcción de redes y en precios de la oferta

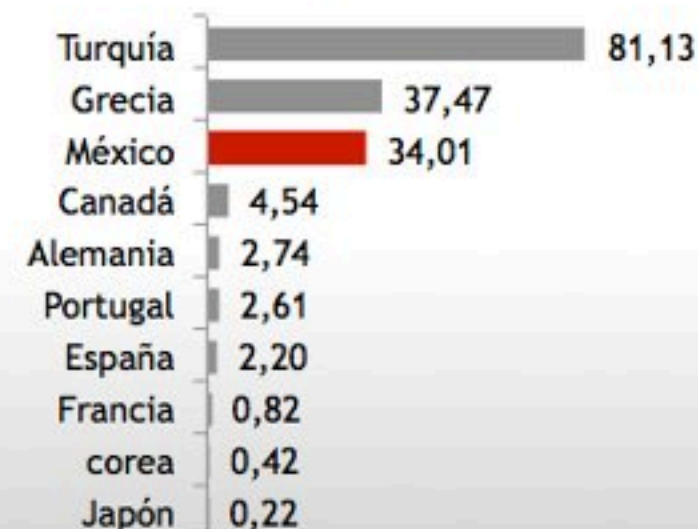
Hogares con acceso a computadora %



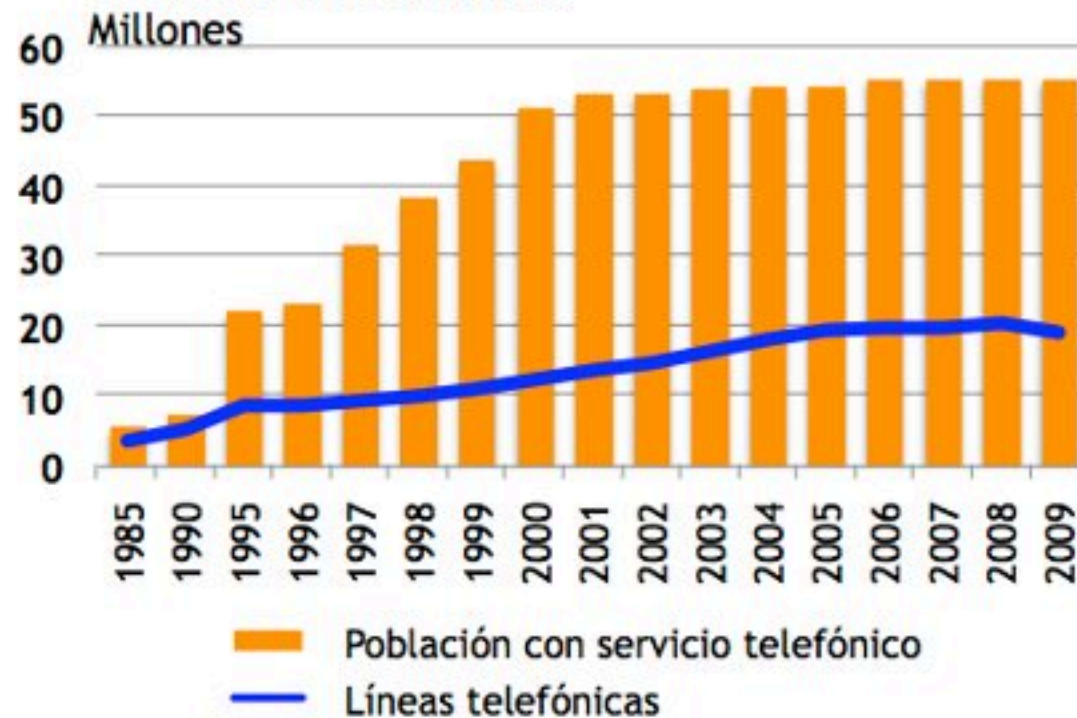
Hogares con internet %



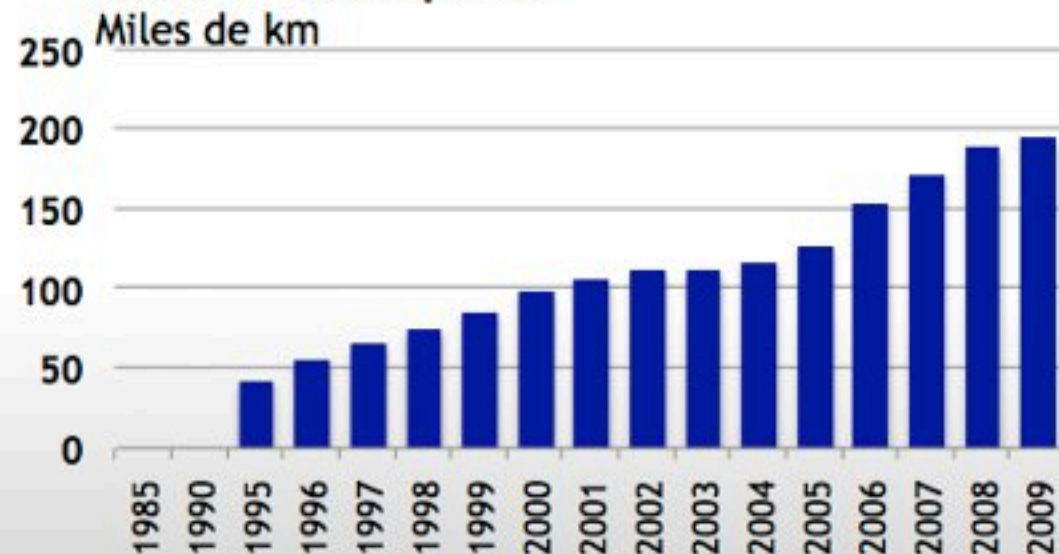
Precios de banda ancha por Mbs



Servicio de telefonía



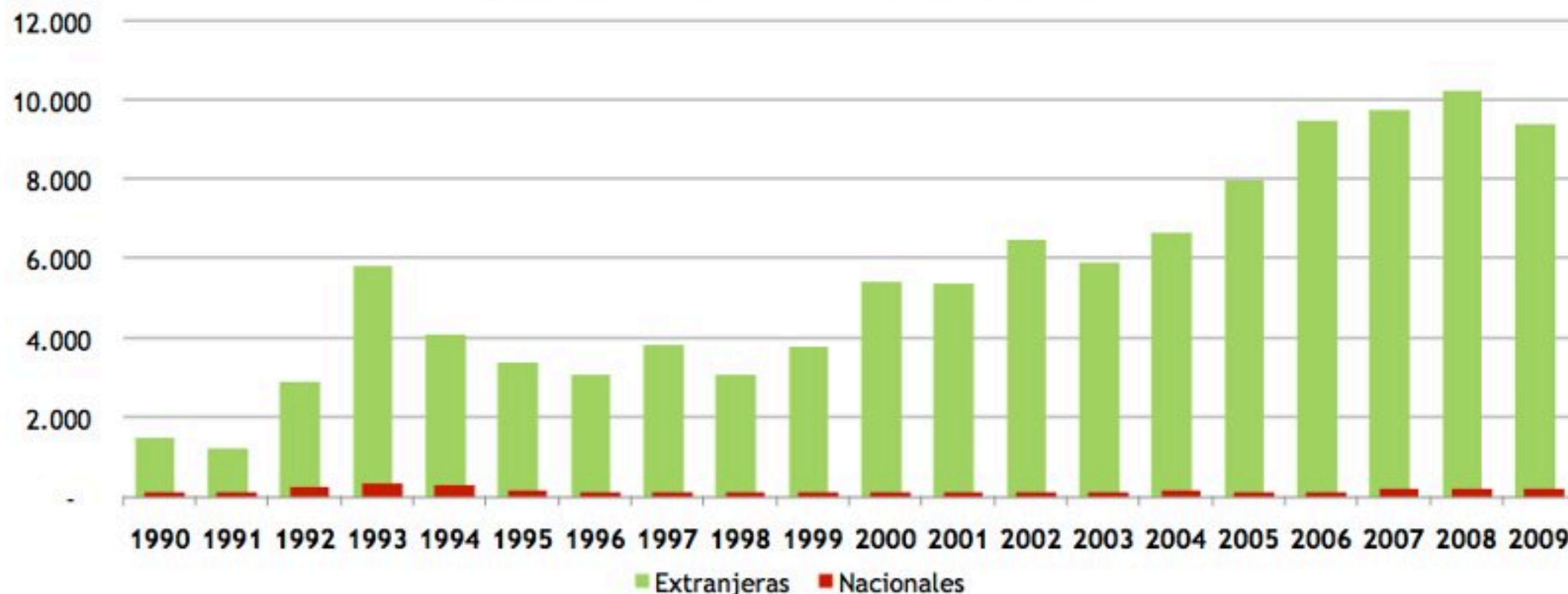
Red de fibra óptica



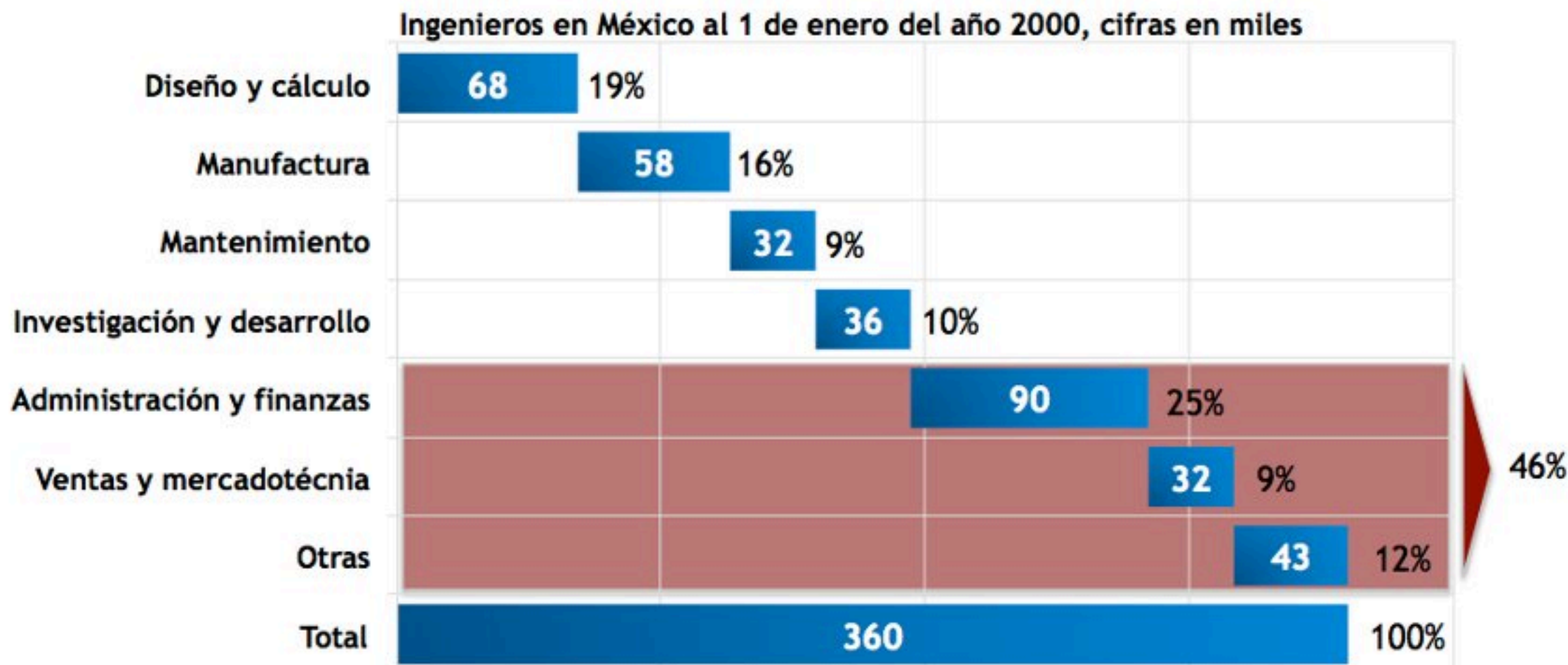
En términos de comunicación se puede mencionar lo siguiente:

- El número de líneas telefónicas alcanzó los 20 millones
- La red de fibra óptica alcanzó los 200.000 km
- Existen 851 estaciones de radio AM y 643 en AM
- La TV de paga ya incluye 5.1 millones de suscriptores por cable, 2.4 vía satélite y 0.5 vía microondas
- Existen 17 mil terminales de satélites para servicios móviles

Patentes concedidas en México



- El número de miembros del sistema nacional de investigadores creció de 1995 al 2009 de 5,800 a 15,500
- El presupuesto de CONACYT creció de 1990 a 2009 de 0.2 a 12 millones de pesos
- El presupuesto en Ciencia y tecnología de México creció de 2 a 45 millones de pesos de 1990 al 2009

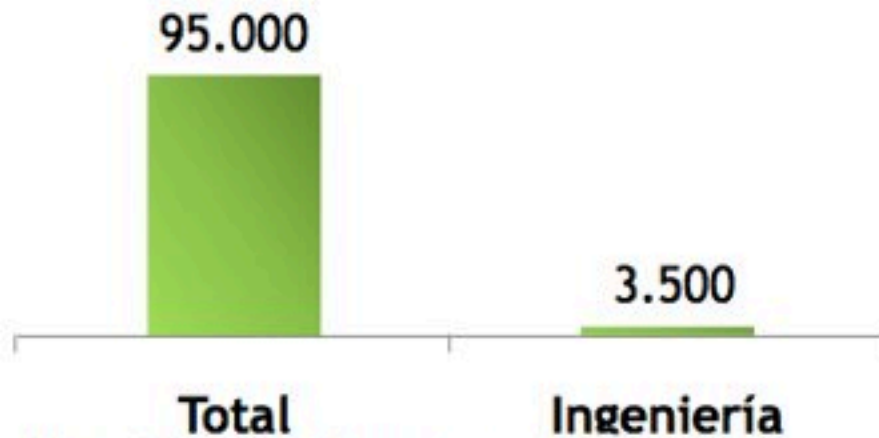


- Ingenieros extranjeros inmigran a México para desarrollar actividades sustantivas desplazando a los nacionales
- Un mayor número de ingenieros mexicanos se desarrollan en áreas administrativas



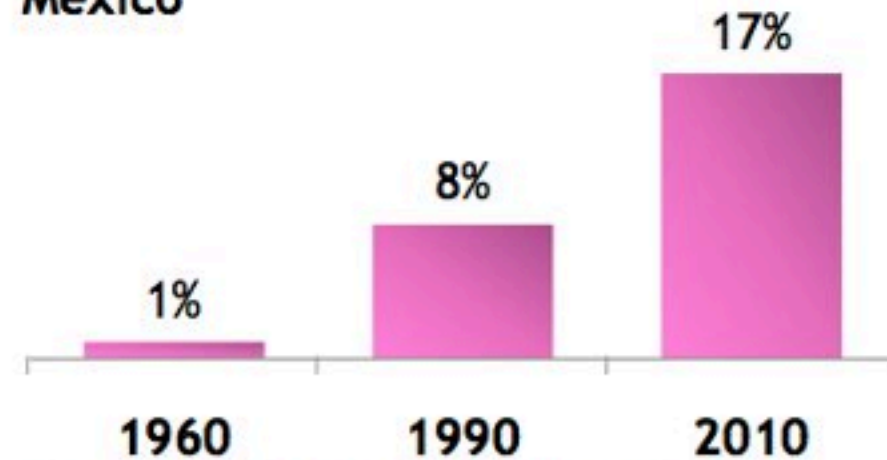
Características de la educación en ingeniería

Profesionistas egresados anualmente en México



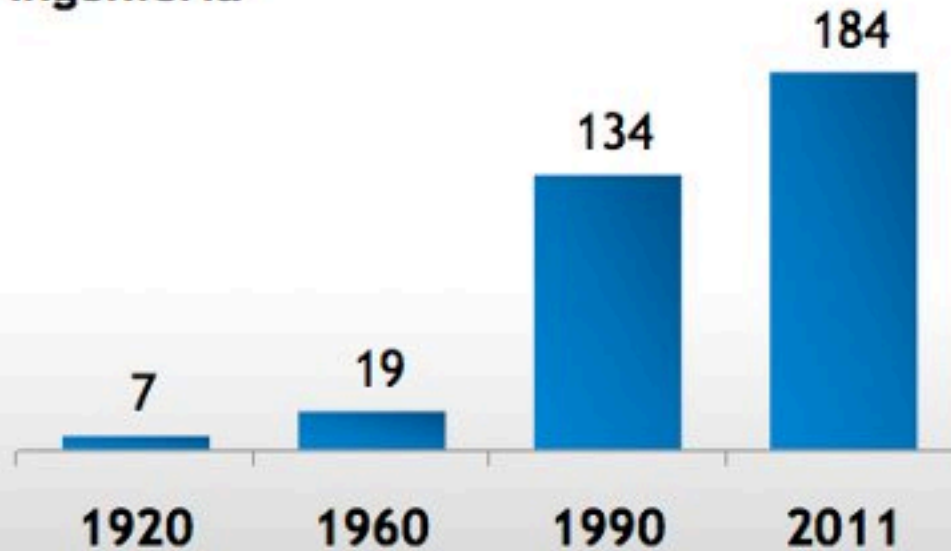
Nota: Un número importante de egresados emigran a otros países.

Porcentaje de mujeres en carreras de ingeniería en México

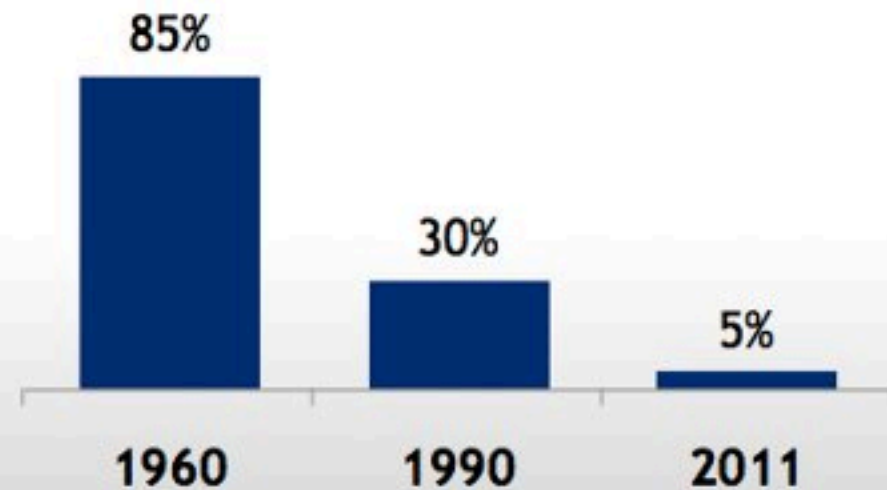


Nota: en 1921 se registró la presencia de 3 mujeres en carreras de ingeniería

Número de disciplinas en ingeniería



Porcentaje de estudiantes en ingeniería civil





Participación de la ingeniería mexicana

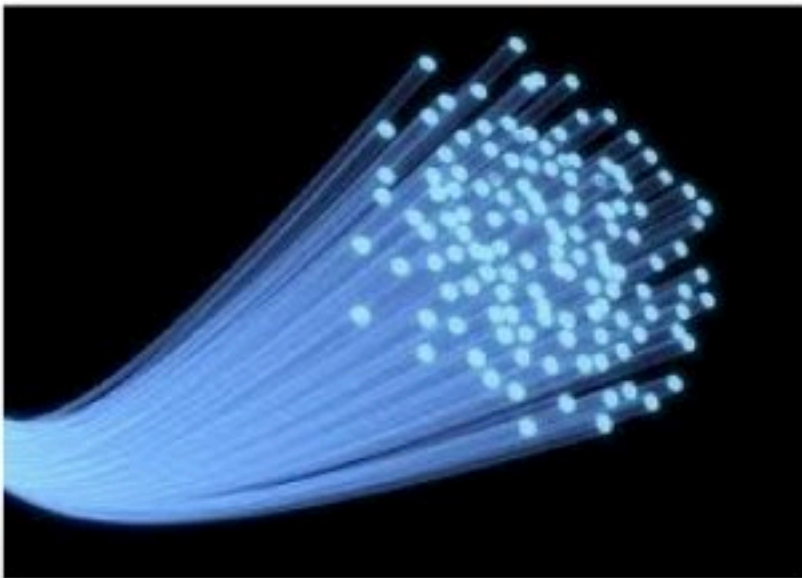
México ha evolucionado, sin embargo el entorno difiere de los años 70's, ya que actualmente existe una fuerte competencia por la globalización

| | Energía | Minería | Agua | Agricultura | Infra-estructura | Desarrollo urbano y edificación | Manu-factura | Telecomu-nicaciones e informática |
|----------------------------|---------|---------|------|-------------|------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Investigación y Desarrollo | | | | | | | | |
| Diseño e Ingeniería | | | | | | | | |
| Construcción y Manufactura | | | | | | | | |
| Mantenimiento | | | | | | | | |
| Operaciones | | | | | | | | |

- La ingeniería mexicana no contribuye
- La ingeniería mexicana lo desarrolla completamente

- Antecedentes
- Entorno actual
- Retos para la ingeniería mexicana**

Principales retos de la ingeniería en México



- **Formación de un mayor número de ingenieros**
- **Integración de egresados a la industria**
- **Crear capacidades en:**
 - Ingeniería de diseño
 - Ingeniería de materiales
 - Ingeniería de manufactura
- **Mejorar e incrementar oferta de empresas de ingeniería**
- **Contar con mayores capacidades de construcción**
- **Incentivar la aplicación de centros de tecnología**
- **Generar más fuentes de trabajo para los ingenieros**



Responsables del desarrollo de la ingeniería mexicana

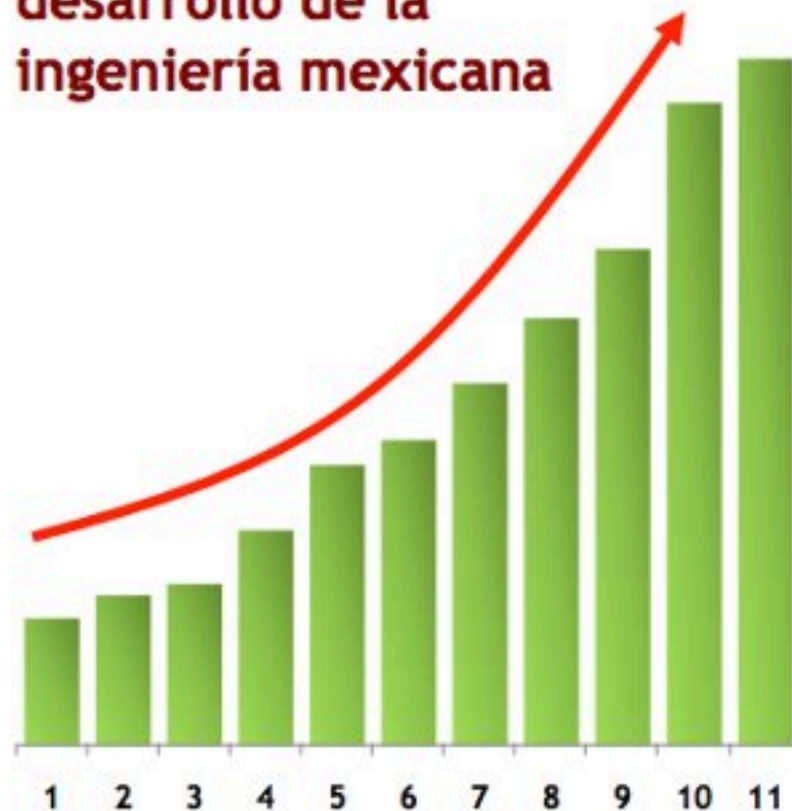




El Estado debe incentivar el crecimiento económico, no necesariamente ser proteccionista

- Estandarizar los niveles de educación superior
- Dedicar mayor recurso a la educación de calidad
- Mejora regulatoria que permita la creación de empresas y más inversiones de la iniciativa privada
- Incentivar fiscalmente la ingeniería mexicana y las empresa de ingeniería y construcción
- Incentivar incubadoras de empresas
- Apoyar el desarrollo de la ciencia y la tecnología
- Incentivar fiscalmente el desarrollo de ciencia y tecnología mexicana en la industria

Incremento de inversiones para el desarrollo de la ingeniería mexicana



- Incrementar inversiones y participación en proyectos nacionales
- Mejorar la calidad de los bienes y servicios ofertados
- Incursionar en áreas de la ingeniería que representan una oportunidad de crecimiento como la ingeniería de materiales, el diseño y la construcción
- Incorporar ingenieros de la industria al sistema educativo
- Mostrar las líneas estratégicas del mercado de ingenieros en la industria a las instituciones educativas
- Reclutar estudiantes a punto de titulación para incorporarlos a la industria
- Coadyuvar con las instituciones educativas para mejorar su infraestructura educativa



- Alinear los planes de estudio a la necesidades actuales de la industria
- Participar en el desarrollo de proyectos de investigación para la industria
- Ofrecer capacitación continua internacional a catedráticos
- Crear laboratorios para mejorar la calidad de los egresados
- Incrementar la relación escuela industria
- Incentivar el desarrollo y la investigación
- Incrementar los estudios para la ingeniería de diseño, materiales y manufactura
- Monitorear el destino de sus egresados
- Incrementar la participación estudiantil en eventos de la industria



- Promover sinergias entre instituciones educativas, industria y gobierno, nacional e internacionalmente
- Aprovechar la experiencia de sus asociados y difundirla en cursos, congresos o seminarios
- Mayor participación en la toma de decisiones gubernamentales en temas de ingeniería
- Establece reglas, lineamientos y certificación de los profesionistas
- Fomentar el intercambio de ideas y avances tecnológicos entre sus agremiados
- Establecer criterios y áreas del conocimiento en ingeniería para estandarizar la educación
- Crear la figura de peritos expertos en diferentes materias para asesorar a la industria

- En México se han desarrollado actividades de ingeniería que enfrentan el entorno actual, sin embargo, es indispensable modificar la tendencia para mejorar la participación de los ingenieros mexicanos en el desarrollo del país.
- Los principales responsables, gobierno, industrial, instituciones educativas y gremios, deben alinearse en una estrategia común para el desarrollo de la ingeniería mexicana
- La visión de la ingeniería mexicana es contar con todas las capacidades necesarias para el desarrollo de un México competitivo y moderno

| 2020 | Energía | Minería | Agua | Agricultura | Infra-estructura | Desarrollo urbano y edificación | Manu-factura | Telecomu-nicaciones e informática |
|----------------------------|---------|---------|------|-------------|------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Investigación y Desarrollo | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Diseño e Ingeniería | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Construcción y Manufactura | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Manteni-miento | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Operaciones | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

● La ingeniería mexicana lo desarrolla completamente

