Los grandes mitos y las lecciones aprendidas en el sector de transformación industrial de Petróleos Mexicanos desde la expropiación del petróleo a la fecha[1]. Parte 1

The great myths and lessons learned in the industrial transformation sector of Mexico's oil company, Petróleos Mexicanos, since its expropriation to date[2]. Part 1

Alejandro Villalobos-Hiriart*
Consultor independiente
Tel. celular (*Cell Phone*) (+52) 55 2955 5685, correo-e (*email*): avillaloboshiri@gmail.com

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia / *Corresponding author*

Recibido / *Received*: Octubre / *October* 05, 2025

Aceptado / *Accepted*: Noviembre / *November* 01, 2025

Publicado / Published: Junio 30, 2026 (Número 2, Julio-Diciembre) / *June 30, 2026* (*Number 2, July-December*)

Resumen
En este documento dividido en dos partes se compendia un cúmulo de investigaciones realizadas por innumerables estudiosos de la empresa paraestatal más grande de México. Incluye desde la expropiación de los bienes de la nación que estaban en manos de extranjeros, específicamente los petroleros, hasta la época actual y se dirige específicamente a la parte de Petróleos Mexicanos, Pemex, que transforma este bien producido en millones de años por la naturaleza en bienes útiles para mejorar la calidad de vida de las personas. En la primera parte se presentan desde el petróleo crudo y el gas natural rico en metano hasta los productos petroquímicos y se termina con una descripción muy breve de la situación económica actual de México. En la segunda parte se ofrecen algunas propuestas de mejora basadas en una labor dentro y fuera de Pemex del autor en sus casi 60 años de actividades profesionales en este sector y se concluye que el ingenio puede lograr lo que el dinero solo no puede: Ofrecer propuestas de mejora para la industria de la transformación del petróleo en satisfactores útiles para las personas y que sean amigables con el ambiente. Se recomienda ir viendo la reconfiguración de las plantas a la luz del uso de los hidrocarburos ya no como combustibles sino como materias primas petroquímicas con todo lo que esto implica tecnológicamente.

Palabras clave: Petróleos Mexicanos, petroquímica, expropiación, mitos y lecciones aprendidas

Abstract
This two-part document compiles a wealth of research conducted by numerous scholars on Mexico's largest state-owned enterprise. It covers the period from the expropriation of the nation's assets held by foreigners, specifically oil, to the present day, focusing specifically on the part of Petróleos Mexicanos (Pemex) that transforms this resource, produced by nature over millions of years, into goods that improve people's quality of life. The first part presents everything from crude oil and methane-rich natural gas to petrochemical products and concludes with an analysis of Mexico's current economic situation. In the second part, some improvement proposals are offered based on the author's work inside and outside Pemex in his almost 60 years of professional activities in this sector and it is concluded that ingenuity can achieve what money alone cannot: Offer improvement proposals for the oil transformation industry into useful satisfiers for people that are friendly to the environment. It is recommended to consider the reconfiguration of plants in light of the use of hydrocarbons not as fuels but as petrochemical building blocks, with all that this implies technologically.

Keywords: Petróleos Mexicanos, petrochemicals, expropriation, myths and lessons

[1] Conferencia presentada en el 7º Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, organizado por la Universidad Popular del Estado de Puebla, México, en octubre de 2025

[2] *Conference presented at the 7th International Congress of Environmental Engineering, organized by the Popular University of the State of Puebla, Mexico, in October 2025*

Introducción

Este documento, basado en la presentación oral en un evento internacional, está dividido en 9 apartados que son presentados en dos partes[3]:

Parte 1.
1. Objetivo del trabajo y dedicatoria
2. Antecedentes históricos
2.1. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
2.2. La creación de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas
2.3. La expropiación de la industria petrolera en México
2.4. La creación de Petróleos Mexicanos, Pemex
2.5. La consolidación de la expropiación
2.6. El proyecto confidencial 1
3. La producción de petrolíferos
3.1. La producción de crudo en México desde 1900 a la fecha
3.2. El sistema nacional de refinación
3.3. La problemática de la calidad de petróleo crudo
3.4. La reconfiguración del sistema nacional de refinación
3.5. La producción actual de petrolíferos
4. La producción de gas natural
4.1. Los centros de procesamiento de gas natural en México
4.2. La problemática en la producción de gas natural
4.3. La decisión de la inyección de nitrógeno para potenciar la producción de petróleo en Cantarell en el proyecto de modernización del campo
4.4. Información adicional sobre el gas natural o metano
5. Antecedentes históricos en México de la Industria petroquímica
5. La producción de petroquímicos, los complejos petroquímicos y su desarrollo
5.2. La cadena de producción de hidrocarburos en México
5.3. La importancia de la industria petroquímica en la economía
5.4. La producción de petroquímicos hasta la fecha
5.5. La balanza comercial de petroquímicos
6. La situación actual de Pemex
6.1. El problema financiero
6.2. El problema de seguridad
6.3. El problema del 'huachicoleo'[4] de petrolíferos y el contrabando fiscal a gran escala y su impacto en la economía mexicana
7. La situación económica actual de México

Parte 2:
8. Las propuestas de mejora a la problemática de Pemex
8.1. En el Sistema Nacional de Refinación
8.2. En los Centros de Procesamiento de Gas
8.2.1. Modernización de las plantas criogénicas y las plantas de recuperación de azufre
8.2.2. Instalación de plantas de absorción antes de las plantas de rechazo de nitrógeno
8.2.3. Incremento de producción de gas natural en yacimientos convencionales y no convencionales
8.3. Mejoras a los Complejos Petroquímicos

[3] Esta contribución usa la jerga de la industria petrolera que tiene muchos términos y siglas de anglicismos. Al final se encuentra un glosario donde está el significado de ellos [nota de las(os) editoras(es)] / *This contribution uses oil industry jargon, which includes many Anglicisms and acronyms. A glossary with their meanings is provided at the end [editors' note]*

[4] Término presentado en una contribución previa de la autoría de Hugo Norberto Ciceri-Silvenses y Johanna Soto-Rodea publicado en esta revista [nota de los(as) editores(as): Revista Ambiens Techné et Scientia México ISSN 2954-3622 8(1) 2020, pp. 19-26 (p 25)]

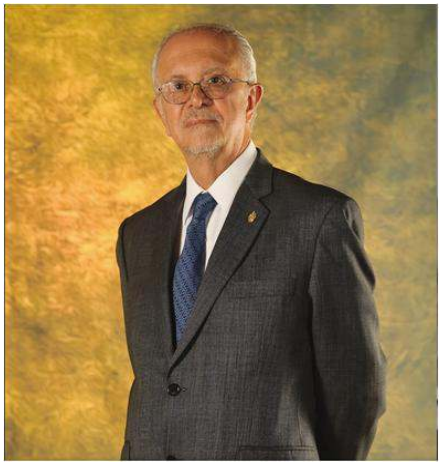
8.4. Incremento de la producción de amoniaco en Cosoleacaque y las nuevas plantas de fabricación de fertilizantes por la iniciativa privada
8.5. Uso de la gasificación del coque para la producción de energía eléctrica, generación de gas de síntesis y servicios auxiliares
9. Conclusiones y recomendaciones finales

Parte 1.
1. Objetivo del trabajo y dedicatoria

Objetivo. El objetivo de este trabajo es relatar las experiencias aprendidas en más de 120 años del desarrollo de la transformación industrial en México ofreciendo con base en ellas una estrategia viable para el rescate de esta noble empresa propiedad de todos(as) los(as) mexicanos(as). Para tener un fundamento como base de discusión, se describirá a un nivel elemental el plantel productivo de producción de refinados, los centros de procesamiento de gas y los complejos petroquímicos y, desde luego, el sistema de logística de movimiento de insumos y de productos, haciendo énfasis en el cuidado ambiental. En el trascurso del trabajo, se describe el punto de vista del autor sobre los grandes aciertos, así como también los errores que se han cometido, con el objetivo de señalar las acciones que se recomienda hacer a las nuevas generaciones de ingenieros(as) químicos(as) para seguir con el desarrollo de este importante campo de la economía mexicana y del cuidado ambiental.

Dedicatoria. Este documento está dedicado a un mexicano ejemplar, el Dr. Mario Molina, quien demostró que los(as) ingenieros(as) químicos(as) mexicanos(as) somos creativos(as) y podemos trascender si logramos conjuntar esa creatividad con las oportunidades que nos permitan demostrarla para beneficio de la humanidad.

El Dr. José Mario Molina Pasquel y Henríquez (Ciudad de México, México, 19 de marzo de 1943 – 7 de octubre de 2020) fue Ingeniero Químico, investigador y profesor universitario formado en la ahora Facultad de Química de la UNAM. Su campo principal de investigación fue la química atmosférica y el ambiente estudiando el efecto de los clorofluorocarburos, CFC, sobre la capa de ozono estratosférico. En 1974, junto con Frank Sherwood Rowland, de la Universidad de California en Irvine, publicó un artículo histórico en la revista Nature intitulado: "*Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: Chlorine atom-catalysed destruction of ozone*". En él demostraron que los clorofluorocarburos, (clorofluorocarbonos en forma coloquial, CFC), utilizados en aerosoles y como agentes refrigerantes, destruían la capa de ozono estratosférico al liberar átomos de cloro.


Mario Molina(foto del autor)

Este descubrimiento alertó al mundo sobre el peligro de las bajas concentraciones de ozono que dibujadas con puntos rojos aparecían como una enorme mancha que fue bautizada como "agujero" en la capa de ozono, especialmente sobre la Antártida. En 1995, recibió el Premio Nobel de Química, compartido con Paul Crutzen y Frank Sherwood Rowland, "por su trabajo en la química atmosférica, particularmente en la formación y descomposición del ozono". Fue el primer mexicano en recibir un Premio Nobel de Ciencias. Cuando lo recibió era profesor e investigador (1973–1989) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Ver Anexo 1, para más información).

2. Antecedentes históricos

2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. La Constitución de 1917 surgió como resultado de la Revolución Mexicana, la primera del siglo XX (1910-1917), siendo el movimiento social y político más importante del siglo XX en México. Fue convocada por Venustiano Carranza en Querétaro, México, para sustituir la Constitución liberal de 1857 y adaptar las leyes al nuevo orden social, económico y político que demandaba el país tras la dictadura porfirista. El Artículo 27 de la Constitución mexicana establece la propiedad de las tierras y aguas dentro del territorio nacional y determina cómo el Estado puede otorgar o limitar derechos de propiedad sobre ellas. En resumen, dice que:

"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo así la propiedad privada."

2.2. La creación de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas. La Escuela Nacional de Industrias Químicas, después llamada de Ciencias Químicas fue fundada por el Primer Jefe del Ejército Constitucionalista, Venustiano Carranza, el 23 de septiembre de 1916. Durante la Revolución Mexicana, Carranza buscaba impulsar el desarrollo científico e industrial del país para lograr autosuficiencia en productos químicos, farmacéuticos y alimentarios. Juan Salvador Agraz creó esta escuela, como director-fundador, teniendo los siguientes propósitos:

- Formar profesionales en química aplicada a la industria
- Promover la investigación científica nacional
- Sustituir la dependencia de productos químicos importados.
- Impulsar ramas industriales emergentes como: Química farmacéutica, química industrial, química de alimentos y la química petrolera

La Escuela Nacional de Industrias Químicas se ubicó en los edificios del antiguo Ex Convento de San Pedro y San Pablo de Tacuba (Figuras 1a,b) .

Figuras 1a y 1b. Antigua Escuela de Tacuba (Facultad de Química, UNAM. Conjunto actual de Edificios G, 2025)

Desde 1985 con el libro "Historia de una facultad. Química 1916-1983 (García-Fernández, 1985) se inician varias publicaciones donde se detallan su historia y principios. Este libro fue editado conjuntamente por la Facultad de Química y el Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Después vendría un libro intitulado "Historia de la Enseñanza de la Ingeniería Química en México" de María José Garrido Asperó publicado en 1998 con énfasis en el Ing. Alberto Urbina del Raso, alumno del Ing. Estanislao Ramírez Ruiz, quien diera en 1925 el primer curso de Operaciones Unitarias en la UNAM, consolidando realmente a la carrera de

Ingeniería Química desde esa óptica. Y luego, el de los 100 años de su fundación editado por el Dr. José Luis Mateos Gómez y el Dr. Andoni Garritz Ruiz, quien falleciera antes de que el libro viera la luz.

2.3. La expropiación de la industria petrolera en México. Dentro de las causas principales estaban las siguientes: Los obreros petroleros exigían mejores salarios y prestaciones; el conflicto estalló con la huelga de 1937 liderada por el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM). Las empresas extranjeras se negaban a cumplir con los laudos de la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, que las obligaba a pagar indemnizaciones. El gobierno cardenista impulsaba la idea de que los recursos naturales debían servir al desarrollo soberano del país. Se basó en el Artículo 27 Constitucional, que establece que el subsuelo y los recursos naturales pertenecen a la Nación. El decreto de expropiación se firma el 18 de marzo de 1938 por el presidente Lázaro Cárdenas y ordenaba la nacionalización de los bienes, instalaciones y concesiones de las 17 compañías extranjeras que operaban en México. El Estado mexicano asumió entonces el control total de la industria petrolera. La reacción internacional fue la siguiente:

- Estados Unidos inicialmente protestó y aplicó presión diplomática pero, finalmente, **reconoció la medida** tras negociaciones y el inicio de la Segunda Guerra Mundial
- Reino Unido y Holanda rompieron relaciones diplomáticas con México durante un tiempo
- Las compañías petroleras, como medida de presión, dejaron de suministrar el tetraetilo de plomo que era el principal aditivo para las gasolinas
- El pueblo mexicano mostró un apoyo masivo; se organizaron marchas, colectas y donaciones (desde joyas hasta gallinas) para respaldar la decisión presidencial, se consolidó el nacionalismo económico, se fortaleció la economía y se impulsó a la educación técnica y científica, especialmente en ingeniería química y petrolera

2.4. La creación de Petróleos Mexicanos, Pemex. El 7 de junio de 1938, mediante Decreto del Congreso de la Unión impulsado por Lázaro Cárdenas del Río, presidente de México en ese momento, se creó Petróleos Mexicanos (Pemex) y comenzó a operar a partir del 20 de julio del mismo año, para ser la única compañía que pudiera explotar y administrar los yacimientos de petróleo encontrados en el territorio mexicano. Esta empresa estatal está encargada de la exploración, producción, refinación y comercialización del petróleo. Se convirtió en símbolo de orgullo y soberanía nacional. El primer Director de Pemex fue de manera interina Manuel Santillán y después Vicente Cortés. Posteriormente vendrían Efraín Buenrostro de 1940 a 1946 y Antonio J. Bermúdez de 1946 a 1958. Le siguieron los que se muestran en la Figura 2.

2.5. La consolidación de la expropiación. México carecía de tecnología petroquímica y no podía fabricar aditivos como el tetraetilo de plomo (*TEL*, en inglés), esencial para aumentar el octanaje de la gasolina, aunque bien hubiera podido usar alcohol etílico producido de las mieles de caña de azúcar (Manahan, 1992). En ese momento, el único productor mundial autorizado de *TEL* era la *Ethyl Corporation* (EE. UU.), una empresa conjunta de *General Motors*, *DuPont* y *Standard Oil of New Jersey*. Antes de la expropiación, las refinerías privadas en México recibían *TEL* directamente de *Ethyl Gasoline Corporation*, embarcado desde la Bayway Refinery (New Jersey) y Baton Rouge (Louisiana). Tras la nacionalización, las relaciones con *Standard Oil* se tensaron, pero el suministro continuó de forma limitada a través de intermediarios, principalmente por: Compañías distribuidoras de aditivos en Texas y Luisiana y contratos indirectos con empresas británicas afiliadas a Shell o Anglo-Iranian Oil. Con la entrada de EE. UU. a la segunda guerra mundial en diciembre de 1941, la producción de *TEL* fue clasificada como material estratégico militar, destinado casi exclusivamente a las fuerzas armadas aliadas. El Departamento de Guerra estadounidense limitó drásticamente la exportación de *TEL*, incluso a países latinoamericanos. México, aunque aliado de EE. UU., recibía envíos mínimos, lo que generó escasez crítica de gasolina de alto octanaje para aviación y transporte. Pemex y el gobierno mexicano comenzaron entonces a buscar una alternativa nacional dando origen a los proyectos de sustitución tecnológica, entre ellos el Proyecto Confidencial 1 liderado por el Dr. Teófilo García Sancho (Ver Anexo 2). En respuesta a las restricciones, la Escuela Nacional de Química Industrial (UNAM) y la Comisión Nacional de Combustibles iniciaron estudios preliminares de síntesis de *TEL*.

2.6. El proyecto confidencial 1. José Vasconcelos (Anexo 3) permitió la formación en Alemania del Dr. Teófilo García Sancho. El proyecto confidencial 1 fue un producto de esta formación académica permitiendo que México iniciara la producción industrial de *TEL* en 1953, gracias a que desde 1939 se establecieron las bases tecnológicas por Teófilo García Sancho y su equipo. Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto existieron problemas de seguridad e intoxicación de algunos miembros del equipo de trabajo. La cronología del proyecto Confidencial 1, se describe a continuación (ver Anexo 3 y Tabla 1).

Artículo principal: Anexo:Directores Generales de Petróleos Mexicanos

Partidos políticos: Partido de la Revolución Mexicana | Partido Revolucionario Institucional | Sin partido | Morena

Director general	Periodo	Presidente (s)
Manuel Santillán	1937-1938	Lázaro Cárdenas
Vicente Cortés Herrera	1938-1940	Lázaro Cárdenas
Efraín Buenrostro Ochoa	1940-1946	Manuel Ávila Camacho
Antonio J. Bermúdez	1946-1958	Miguel Alemán Valdés Adolfo Ruiz Cortines
Pascual Gutiérrez Roldán	1958-1964	Adolfo López Mateos
Jesús Reyes Heroles	1964-1970	Gustavo Díaz Ordaz
Antonio Dovalí Jaime	1970-1976	Luis Echeverría Álvarez
Jorge Díaz Serrano	1976-1981	José López Portillo
Julio Rodolfo Moctezuma	1981-1982	José López Portillo
Mario Ramón Beteta	1982-1987	Miguel de la Madrid
Francisco Rojas Gutiérrez	1987-1994	Miguel de la Madrid Carlos Salinas de Gortari
Carlos Ruiz Sacristán	1994	Ernesto Zedillo
Adrián Lajous Vargas	1994-1999	Ernesto Zedillo
Rogelio Montemayor	2000	Ernesto Zedillo
Raúl Muñoz Leos	2000-2004	Vicente Fox
Luis Ramírez Corzo	2004-2006	Vicente Fox
Jesús Reyes-Heroles González-Garza	2006-2009	Felipe Calderón
Juan José Suárez Coppel	2009-2012	Felipe Calderón
Emilio Lozoya Austin	2012-2016	Enrique Peña Nieto
José Antonio González Anaya	2016-2017	Enrique Peña Nieto
Carlos Alberto Treviño Medina	2017-2018	Enrique Peña Nieto
Octavio Romero Oropeza	2018-2024	Andrés Manuel López Obrador
Víctor Rodríguez Padilla	Desde 2024	Claudia Sheinbaum

Figura 2. Directores Generales de Petróleos Mexicanos (es.wikipedia.org/wiki/Petróleos_Mexicanos, 2025)

Fase 1: Instalación de la planta piloto a escala semi industrial (enero-marzo 1943). Se estableció la planta piloto en un sitio industrial del norte de México con acceso controlado, en parte de los terrenos que ahora ocupa el IMP. El objetivo principal era probar un nuevo proceso de conversión energética basado en compuestos sintéticos experimentales. Durante esta etapa se montaron los reactores, se realizaron pruebas de presión y calibración de sensores. Se reportaron pequeñas fallas eléctricas y fugas menores de vapor, sin consecuencias graves.

Tabla 1. Producción de tetraetilo de plomo en México

Período	Tipo de Producción	Ubicación	Volumen de producción	Observaciones
1944-1947	Experimental (laboratorio)	Esc. Nal. de Química Industrial (UNAM)	0.5–2 L/lote	Proyecto Confidencial 1
1948-1952	Semi-industrial	Azcapotzalco (CDMX)	1–2 ton/año	Supervisión estatal
1953-1978	Industrial (PEMEX)	Azcapotzalco, Salamanca, Madero	80–250 ton/año	Producción nacional de *TEL*
1978-1990	TEMSA	Pajaritos Veracruz	20,000 T/A	
1990 en adelante	Sustitución por *MTBE**, *TAME** y etanol	Se instalaron plantas en todas las refinerías del SNR		Fin del uso de *TEL* en México**

*Pueden causar **síntomas agudos de salud por exposición** (como dolores de cabeza y mareos) y representan un **riesgo de contaminación del agua subterránea**, lo que ha generado preocupación
**Prohibido globalmente debido a los graves riesgos para la salud pública y el ambiente asociados con la toxicidad del plomo y más en estado gaseoso (lo que ya se sabía desde los años 30 y 40 del siglo veinte pero n se sabía de la lucha de los agricultores estadounidenses de usar sus excedentes de maíz para roducir etanol y usarlo como antidetonante en las gasolinas

Fase 2: Primeras pruebas de reacción controlada (abril-mayo 1943). Se inició la producción a pequeña escala. Se observaron reacciones más inestables de lo previsto, con aumentos de temperatura y presión superiores al 15% del límite de diseño. El equipo técnico recomendó reforzar el sistema de enfriamiento y ventilación.

Fase 3: Incidente crítico y contención (junio 1943). El 12 de junio de 1943 se registró una **explosión localizada** en uno de los reactores secundarios. Causa probable: Acumulación de gas no purgado combinada con una falla en la válvula de alivio. El estallido dañó parte del laboratorio de análisis térmico y provocó un incendio que fue controlado en menos de una hora. Se reportaron lesiones leves entre el personal técnico, sin víctimas fatales. Las autoridades ordenaron una suspensión temporal de actividades para peritajes.

Fase 4: Investigación y rediseño (julio-octubre 1943). Un comité técnico investigó el siniestro. Se concluyó que la explosión se debió a deficiencias en el protocolo de purga y mantenimiento. Se implementaron nuevas medidas de seguridad: Doble válvula de escape, monitoreo de gases en tiempo real y automatización parcial de las purgas. El diseño del reactor fue modificado para incorporar un sistema de contención reforzado.

Fase 5: Reanudación controlada y cierre experimental (noviembre-diciembre 1943). Se reanudaron las operaciones a menor escala bajo estricta supervisión. No se registraron nuevos incidentes. El proyecto piloto fue declarado **concluido exitosamente** en diciembre de 1943, aunque se recomendó no escalar el proceso a nivel industrial sin rediseño completo. El país llegó a producir entre 80 y 250 toneladas anuales, en la década de los años cincuenta, lo que permitió la autosuficiencia parcial en gasolinas de alto octanaje durante más de dos décadas.

A largo plazo, el Proyecto Confidencial 1 se considera la semilla fundacional de la ingeniería petroquímica mexicana.

3. La producción de petrolíferos en México

En la Figura 3 se presenta la producción de petróleo y su valor en términos de su densidad 'API'. La Figura 4 da la información para petróleo crudo y algunos datos históricos o hitos del Sistema Nacional de Refinación de 1976 a 2023 (Aguilar-Rodríguez, 2022, citado por Osorio-Bonilla, 2023).

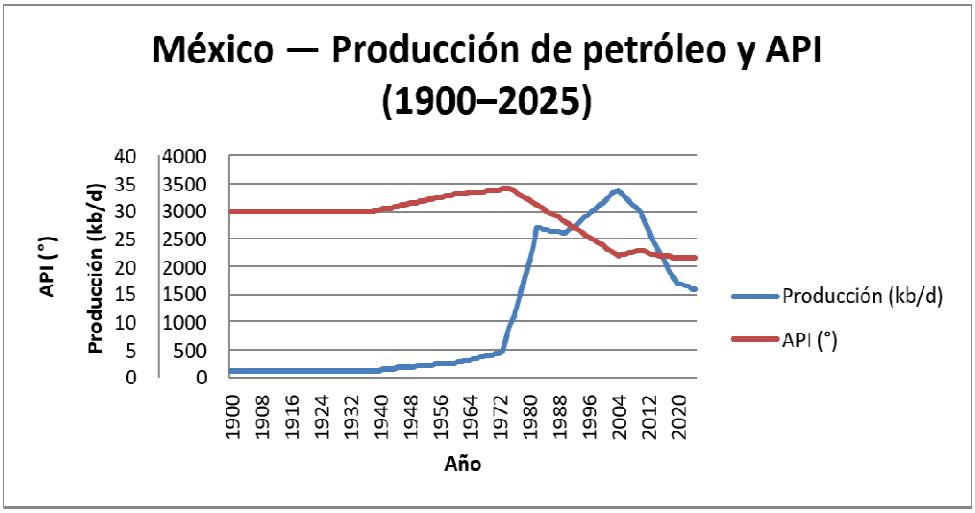


Figura 3. Producción de petróleo y su calidad medida con la densidad 'API' (ver Glosario al final antes de las referencias) en kilobarriles de petróleo por día (datos de Pemex, 2025)

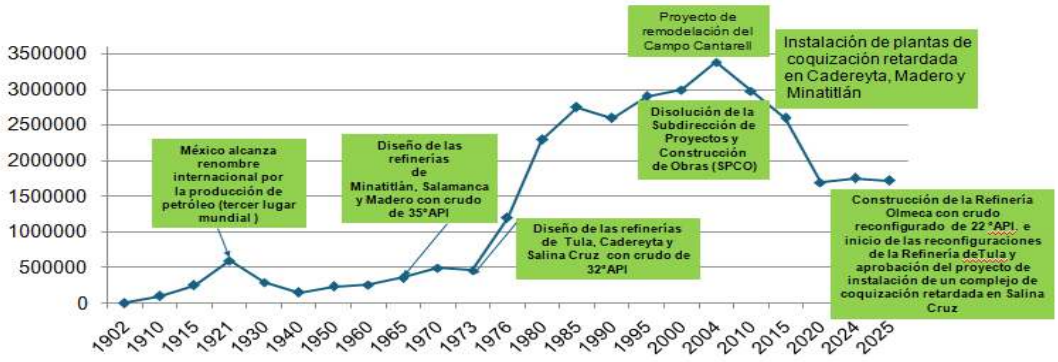


Figura 4. Producción anual de petróleo crudo en México (1902–2025), medido en barriles por día, b/d (Energy Institute Statistical Review of World Energy, 2025)

Figura 5. Hechos clave y fundamentales dentro del Sistema Nacional de Refinación, SNR (Osorio-Bonilla, 2023)

3.1. La producción de crudo en México desde 1900 a la fecha. El sistema nacional de refinación, la capacidad de procesamiento de crudo, la configuración y porcentaje de crudo maya procesado en las refinerías de Pemex Refinación (capacidad total de procesamiento de crudo 1,985,000 b/d) se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Capacidad de procesamiento de crudo en el Sistema Nacional de Refinerías, SNR, su configuración, el año de inicio de operaciones y el % de crudo maya procesado (Pemex, 2025)

	Nombre de la refinería	Capacidad de procesamiento de crudo en b/d	Configuración	Año en que inició operaciones	% de crudo maya procesado
1	Lázaro Cárdenas	285,000	*FCC* + *Coker*	1956	75
2	Antonio Dovalí Jaime	330,000	*FCC* + *Coker* (2026)	1979	32
3	Miguel Hidalgo	315,000	*FCC* + *Coker* (En arranque)	1976	32
4	Héctor Lara Sosa	275,000	*FCC* + *Coker*	1979	55
5	Antonio M. Amor	220,000	FCC	1950	16
6	Francisco I. Madero	190,000	FCC + Coquer	1960	83
7	Olmeca (Dos Bocas)	340,000	FCC + Coquer	2024	100

3.2. El sistema nacional de refinación. La Figura 6 muestra las operaciones unitarias de una refinería, tomada de un libro clásico de refinación de consulta libre y está en idioma inglés, la *lingua franca* de la industria petrolera. Estas operaciones unitarias son aplicables a las refinerías de Madero, Cadereyta, Minatitlán, Dos Bocas, Tula y Salina Cruz. Y, en las Figuras 7a y b, se muestra la localización de las refinerías existentes en México, así como los poliductos y oleoductos con los que se cuenta en México. Se da un ejemplo reciente de la operación de la Refinería Olmeca (Dos Bocas) (Figura 7c).

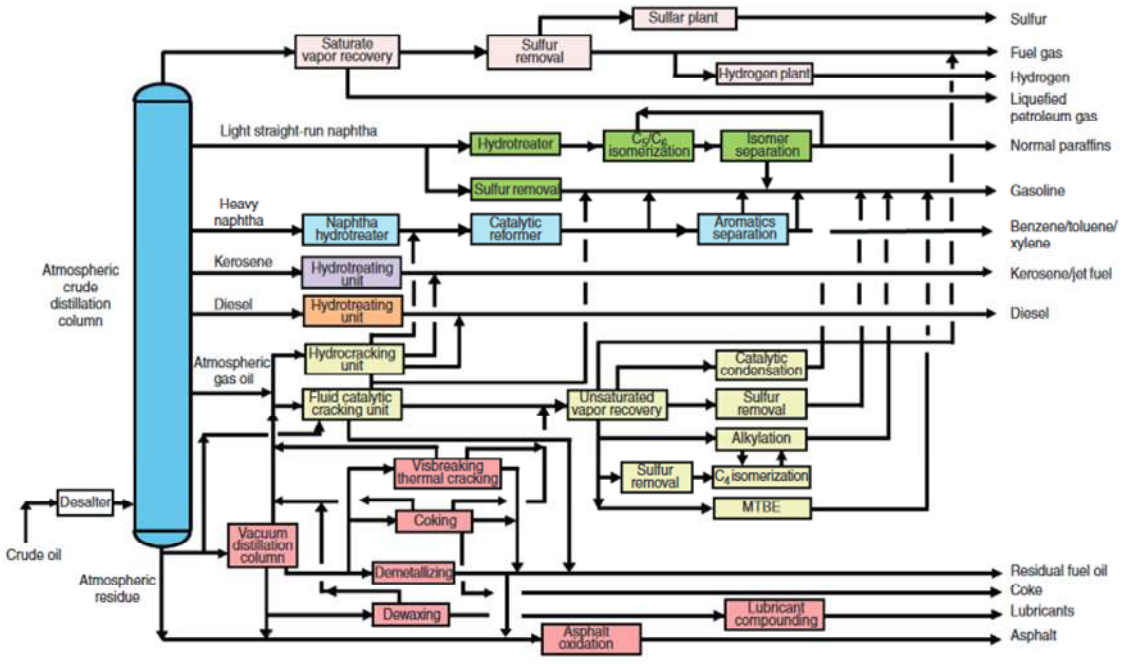


Figura 6. Operaciones unitarias para el procesamiento de crudo que se siguen en seis refinerías mexicanas (Madero, Cadereyta, Minatitlán, Dos Bocas, Tula y Salina Cruz)

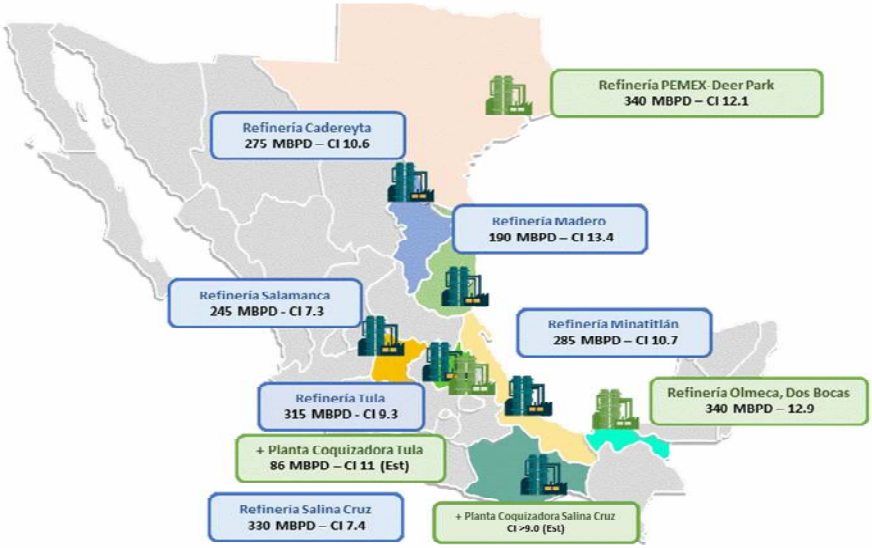


Figura 7a. Sistema Nacional de Refinerías incluyendo la de Deer Park adquirida en los EE.UU. (Imagen facilitada por el Ing. Julio Rentería de su presentación al Observatorio Ciudadano de Energía el 11 de octubre de 2025) [MBPD, millones de barriles por día; *CI*, *complexity index*]

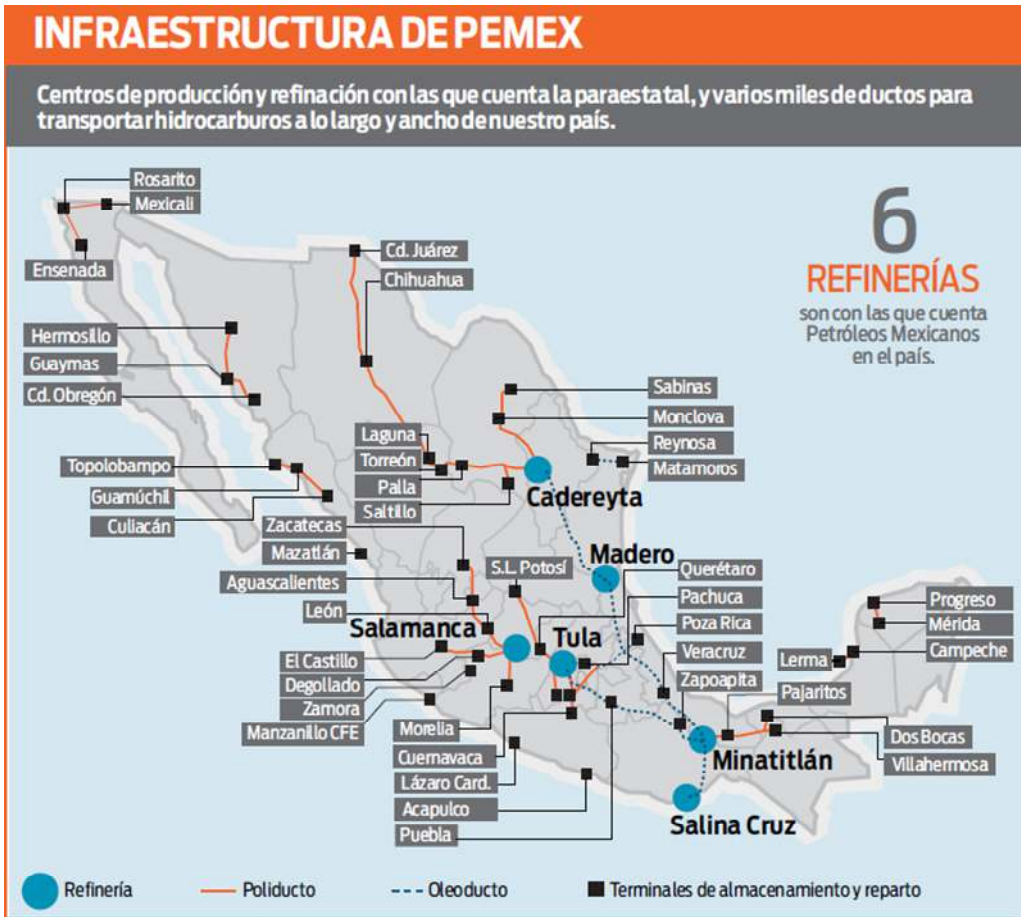


Figura 7b. Figura antes de que se construyera la Refinería Olmeca que muestra los poliductos (línea roja) y oleoductos (línea punteada) cubriendo todo el territorio nacional (Pemex, 2025)

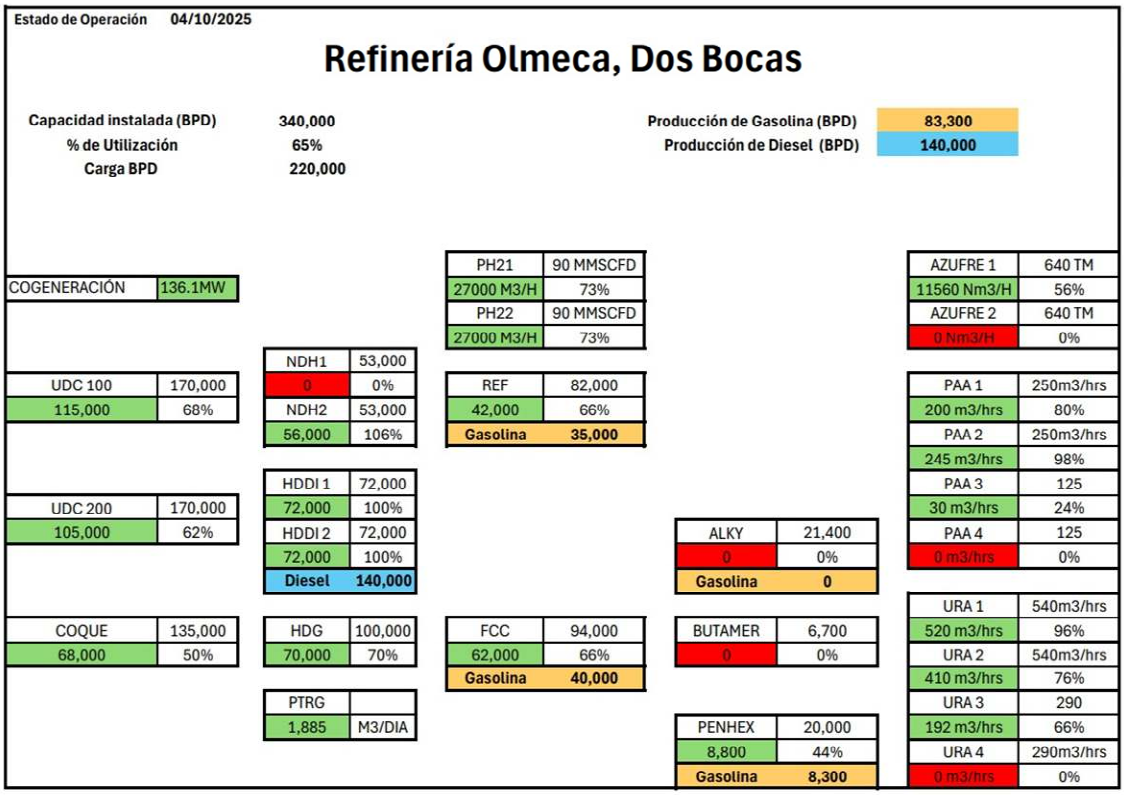


Figura 7c. Estado de operación de la Refinería Olmeca (04Oct2025) (Pemex, 2025)

3.3. La problemática de la calidad de petróleo crudo. México enfrenta varios problemas asociados con la calidad del petróleo crudo, especialmente en su contenido de azufre, asfaltenos y metales. Tampoco cuenta con la infraestructura para producir todos los petrolíferos que requiere.

3.4. La reconfiguración del sistema nacional de refinación. Aunque se han reconfigurado algunas de las refinerías del sistema, los datos de la producción de petrolíferos y demanda nacional en México en barriles diarios, con datos de producción de septiembre de 2025, muestran la dependencia de México con los Estados Unidos. **Las importaciones son las siguientes (Pemex, 2025):**

Gasolinas demanda nacional: 750,000 B/d
Producción nacional: 358,932 B/d
Importación: 391,068 ($ 39.106 MM USD/d)
Diésel demanda nacional: 394,000 B/d
Producción nacional: 211,884 B/d
Importación: 182,216 ($ 18.22 MM USD/d)
Turbosina demanda nacional: 100,000 B/d
Producción nacional: 42,574 B/d
Importación: 57,426 ($ 6.89 MM USD)
Gas LP demanda nacional: 300,000 B/d
Producción nacional: 79,598 B/d
Importación: 220,402 ($ 17.632 (MM USD)
Demanda nacional de Gas natural: 8,689 MMPCD
Producción nacional: 1,270 MMPCD en esta cifra se han deducido los insumos de Pemex
Importación: 7419 MM PCD ($ 37.837MMUSD)

Total de importación de petrolíferos: (43,685 MM U.S.D./a)

3.5. La producción actual de petrolíferos. Estos datos, señalados arriba, indican que la producción actual de petrolíferos en México es insuficiente y, por tanto, existe esta enorme área de oportunidad para tener al menos otras dos nuevas refinerías y producirlos sin tener que dar divisas al país del norte.

4. La producción de gas natural

Pasando ahora a la producción de gas se tiene la siguiente información para México.

4.1. Los centros de procesamiento de gas natural en México. La Tabla 3 presenta la información sobre los centros procesadores de gas, CPG, así como su antigüedad. La Figura 8 muestra su ubicación geográfica.

Tabla 3. Antigüedad de los centros procesadores de gas (Pemex, 2025)

	CPG	Número de plantas	Año de inicio de operaciones		CPG	Número de plantas	Año de inicio de operaciones
1	Cactus	22	1974-1980	**7**	Nuevo Pemex	13	1985-1986
2	Cangrejera*	3	1981-2010	**8**	Pajaritos*	1	1972
3	Cd. Pemex	9	1958-1983	**9**	Arenque	3	2003
4	La Venta	1	1967-1973	**10**	Burgos	4	2008
5	Matapionche	5	1981-1989	**11**	Reynosa	2	1955
6	Morelos*	1	1990	**12**	Poza Rica	4	1951-1978

Figura 8. Centros procesadores de gas, CPG (Pemex, 2025)

4.3. La decisión de la inyección de nitrógeno para potenciar la producción de petróleo en Cantarell en el proyecto de modernización del campo. La idea de las autoridades de PEMEX de emplear nitrógeno para potenciar la producción de crudos y poder tener acceso a los dineros de estas exportaciones condujo a la contaminación con nitrógeno de los yacimientos.

Además, la falta de inversión en la producción y la antigüedad de la tecnología usada en los centros de procesamiento de gas son algunas de las causas que han ocasionado una gran dependencia de las importaciones (Figuras 10 y 11).

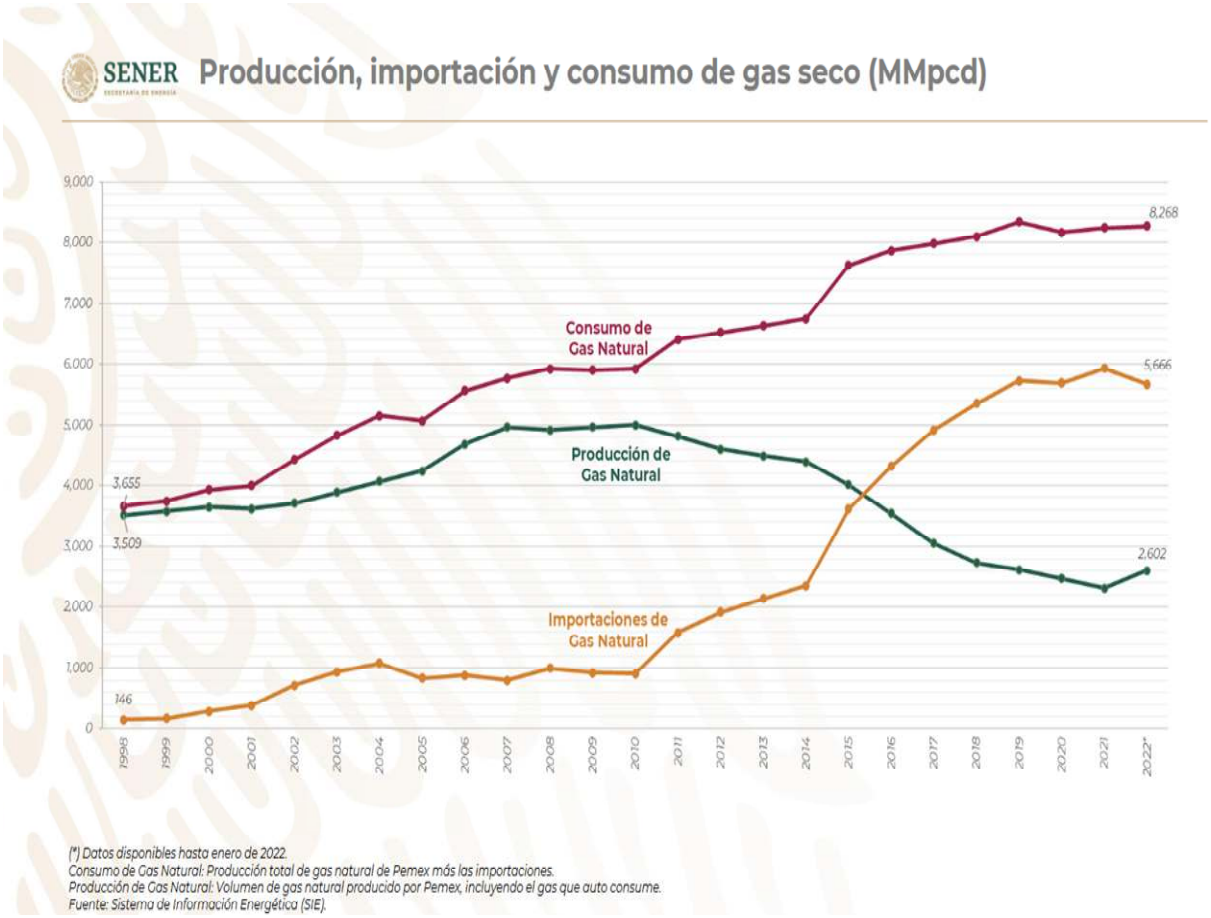


Figura 9. Datos sobre producción, consumo e importaciones de gas natural en México (Sener, 2025)

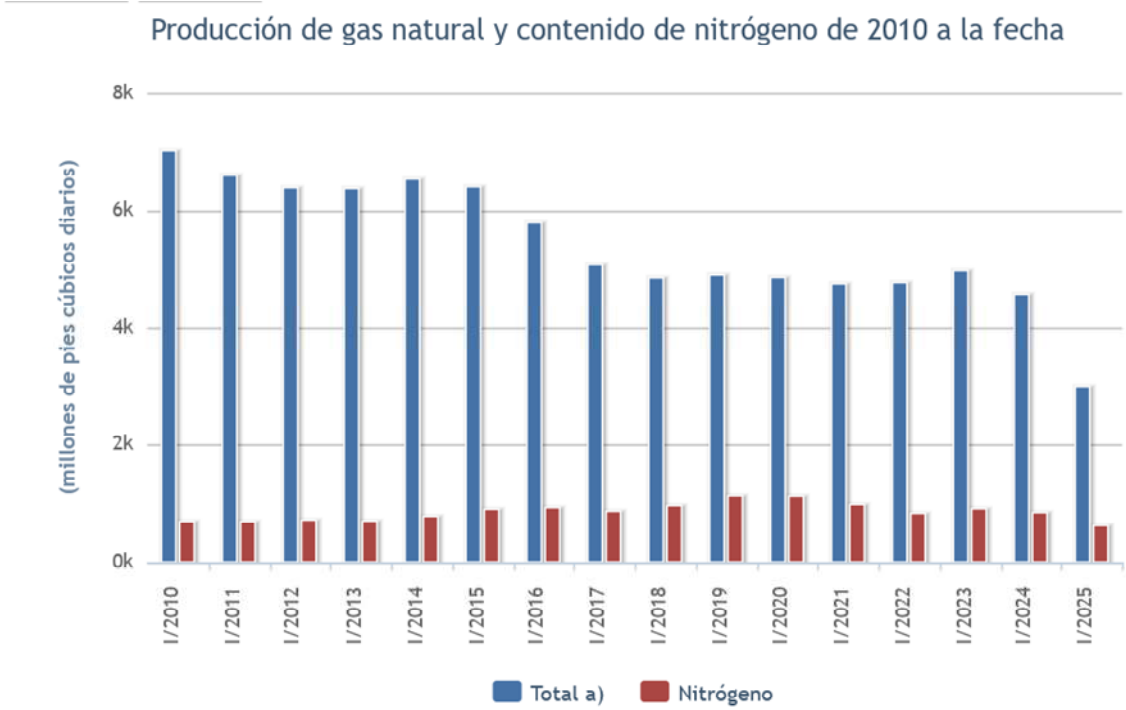


Figura 10. Problemática del contenido de nitrógeno en el gas natural de México (Sener, 2025)

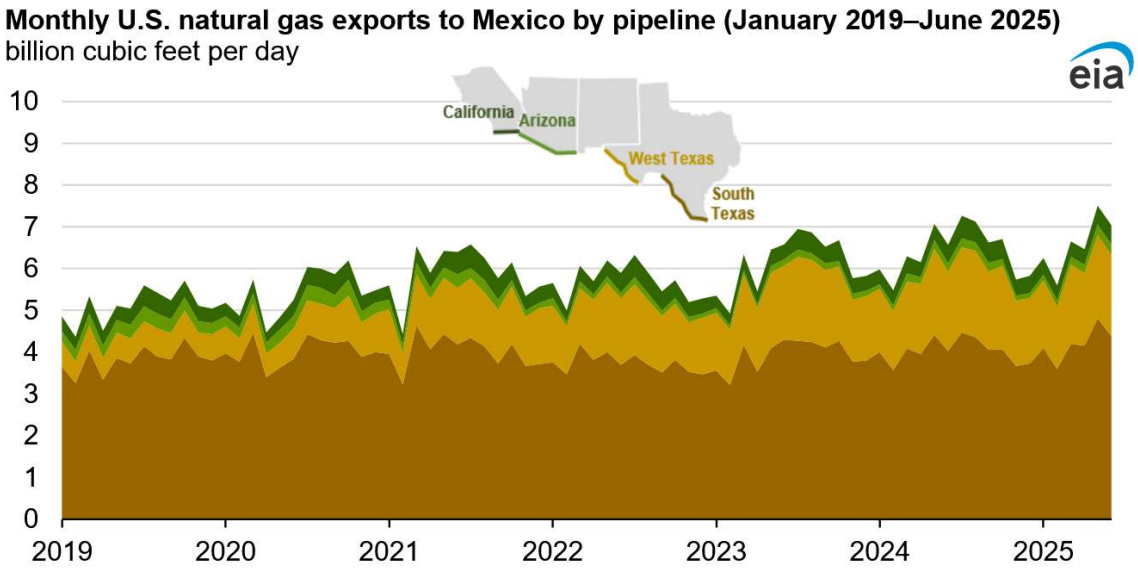


Figura 11. Importaciones de México de gas natural proveniente de los Estados Unidos (Tomada de EIA, 2025)

En las Figuras 12a y b presentan las líneas de manejo de gas natural, tanto en México como entre México y los Estados Unidos.

4.4. Información adicional sobre el gas natural o metano. A continuación se presenta información sobre esta importante fuente de energía por un lado y de otros productos petroquímicos por el otro (Figuras 13a, b, c, d).

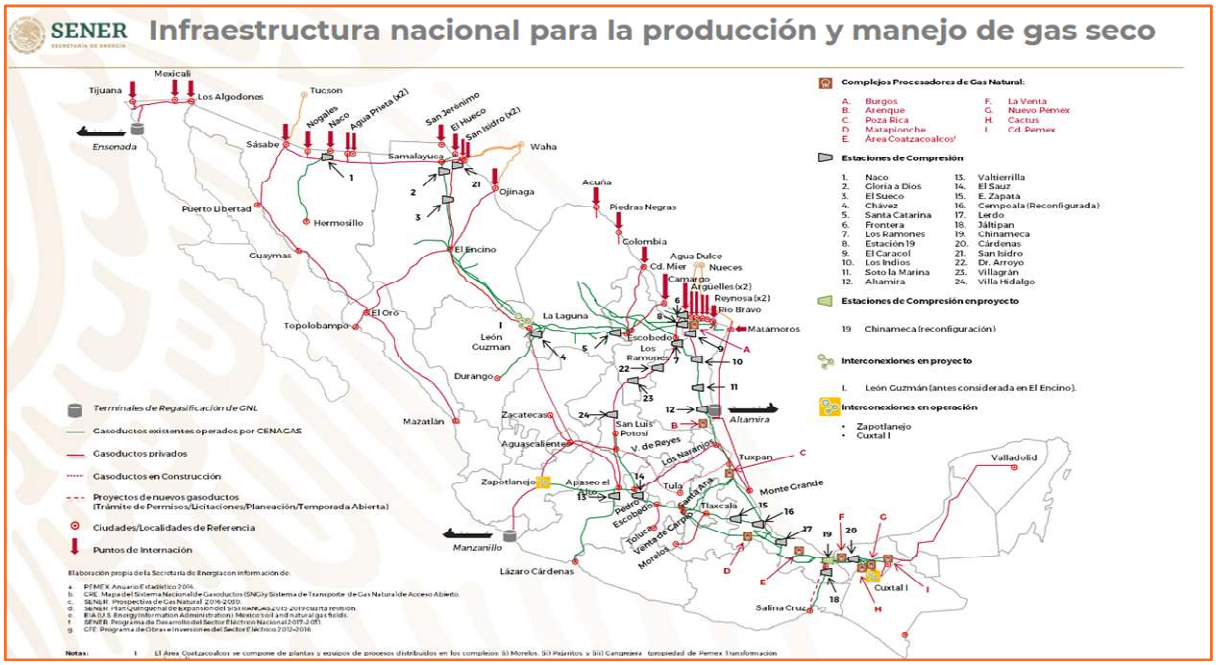
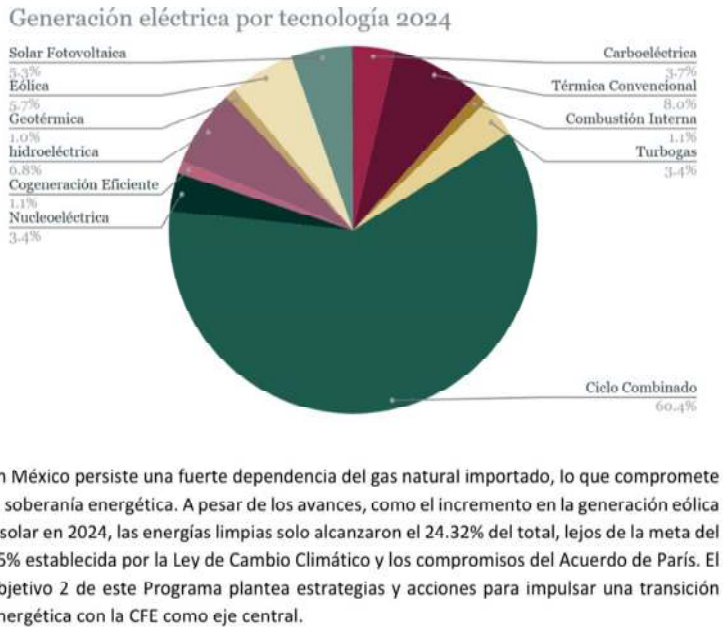


Figura 12a. Producción, transporte y manejo de gas seco en México (Sener, 2025)

Figura 12b. Infraestructura y manejo de gas seco entre México y los Estados Unidos (Sener, 2025)



En México persiste una fuerte dependencia del gas natural importado, lo que compromete la soberanía energética. A pesar de los avances, como el incremento en la generación eólica y solar en 2024, las energías limpias solo alcanzaron el 24.32% del total, lejos de la meta del 35% establecida por la Ley de Cambio Climático y los compromisos del Acuerdo de París. El objetivo 2 de este Programa plantea estrategias y acciones para impulsar una transición energética con la CFE como eje central.

Figura 13a. Producción de energía eléctrica en México (Sener, 2025)

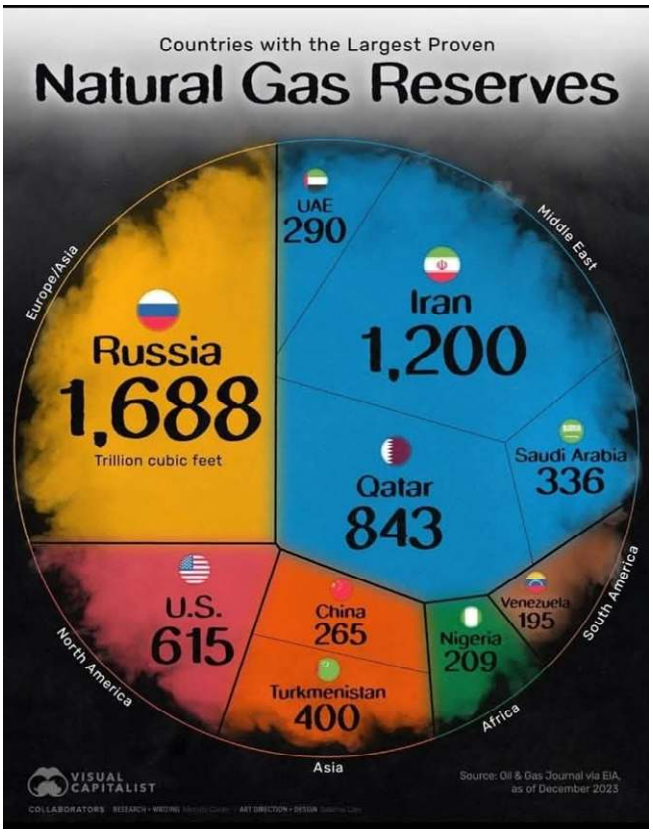


Figura 13b. Países con las reservas de gas natural másgrandes del mundo (Tomada de EIA, 2023)

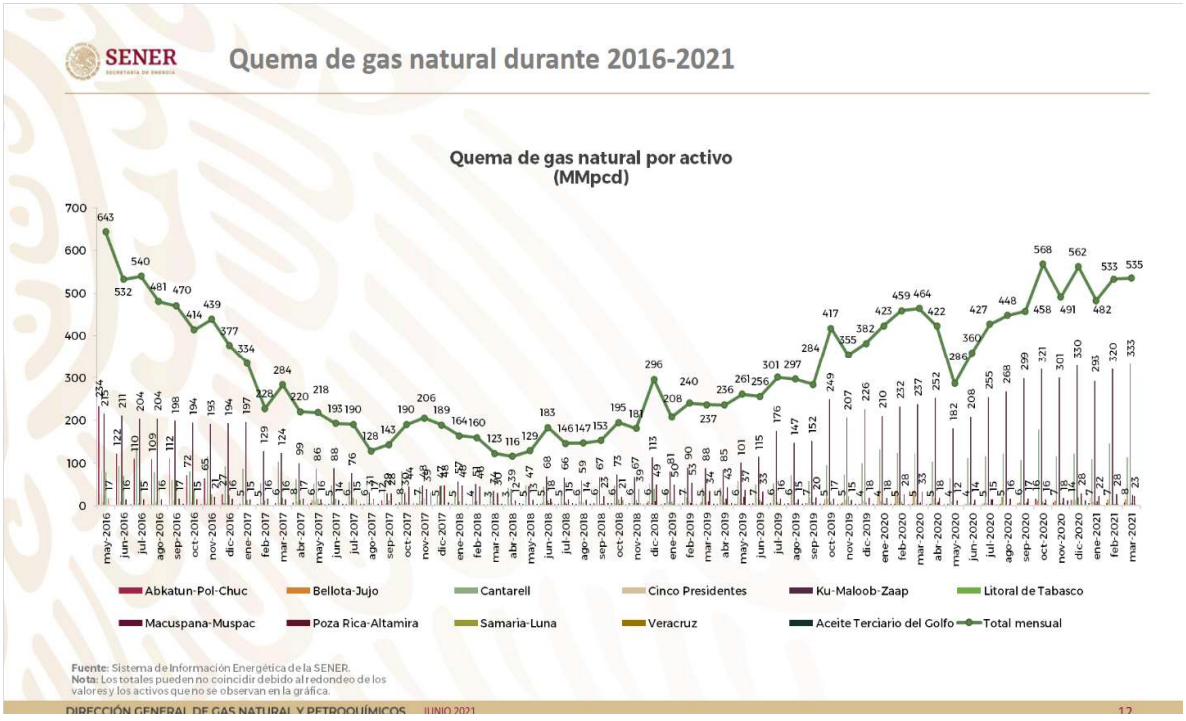


Figura 13c. Problemática de la quema de gas natural en México (Sener, 2025)

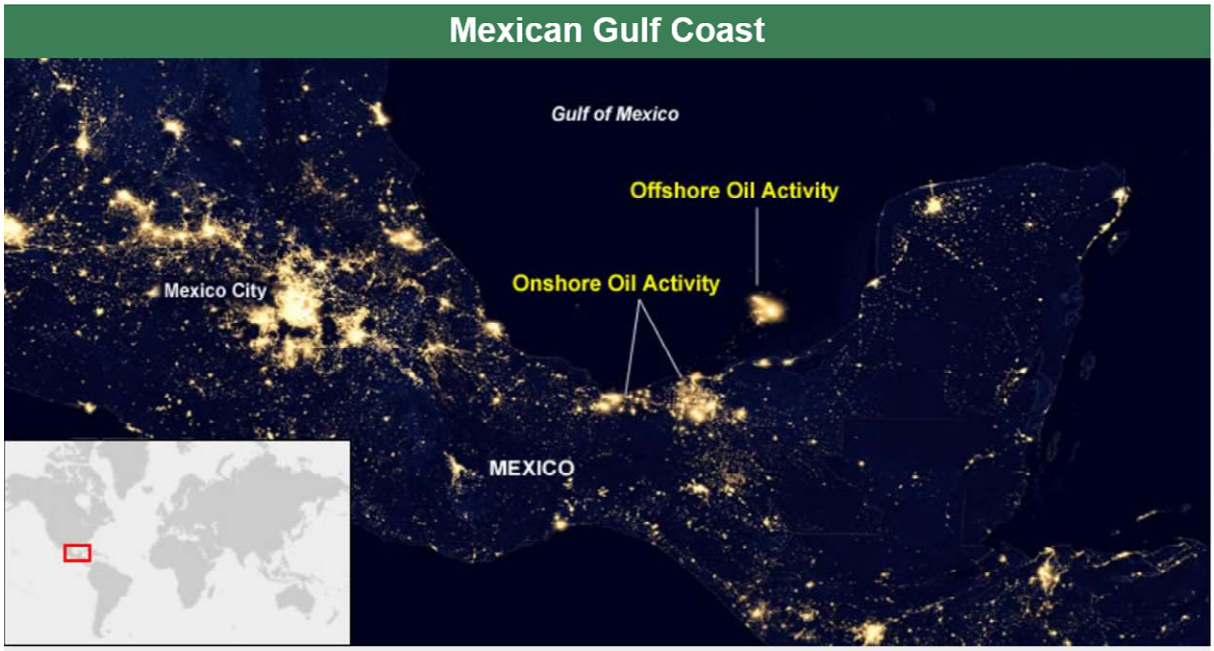


Figura 13d. La quema de gas natural en las instalaciones del sur del Golfo de México (Tomada de NASA, 2025)

5. Antecedentes históricos en México de la Industria petroquímica[5]

5.1. Los complejos petroquímicos y su desarrollo. Como se mencionó al inicio, la industria Petroquímica nacional nace en México con la planta de tetraetilo de plomo en 1939, el proyecto Confidencial 1, a cargo del Dr. Teófilo Garcia Sancho. Esta planta consolida la expropiación petrolera. Teófilo García fue uno de los becarios que completaron sus estudios en Alemania, enviados por el Secretario de Educación Pública de entonces, José Vasconcelos.

En 1951, se arranca en Cuautitlán la primera planta de amoniaco a cargo de Guanos y Fertilizantes de México (el M. en C. Enrique Bazúa-Fitch fue la persona responsable de su arranque). El Presidente Adolfo Ruiz Cortines origina la iniciativa de la creación de la industria petroquímica, que consolida el Presidente Adolfo Lopez Mateos, en su administración, creando el marco legal de su operación y estableciendo los límites de Pemex y de las empresas de la iniciativa **privada. El Secretario de Hacienda fue Antonio Ortiz Mena, quien llevó a cabo una política de** sustitución de importaciones.

Se establece el marco legal de la industria petroquímica y la Comisión Petroquímica Mexicana en donde se concilian la industria estatal y la privada. PEMEX inicia la producción de azufre en la Refinería de Poza Rica. En 1959 se inicia la industria de la Petroquímica en PEMEX con la primera planta de dodecilbenceno, en la Refineria de Azcapotzalco. **Desde 1964, la producción**

[5] Parte de este material fue presentado en el Primer Foro Virtual de la Industria Química en México. Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo. Organizado por el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos y el Ing. Alejandro Villalobos Hiriart como Presidente del Comité Técnico de Petroquímica. Ciudad de México, septiembre de 2020. Evento virtual

de productos petroquímicos tuvo un crecimiento sin precedentes. En 1964 inicia la operación de la Gerencia de Petroquímica. En las administraciones de los presidentes Díaz Ordaz, Echeverria y López Portillo se tienen las mayores inversiones en Pemex en el ramo de la petroquímica. Esto empezó a disminuir sensiblemente en las siguientes 5 administraciones por la búsqueda de privatizaciones. El personal ocupado en las instalaciones de Pemex en el ramo de la petroquímica y procesamiento de gas es del orden de 11,500 personas entre sindicalizados y de confianza (Tabla 4).

Tabla 4. Inversiones en los complejos petroquímicos nacionales (Pemex, 2025)

Complejo o Unidad Petroquímica/año en que inició operaciones	Inversión aproximada (MM USD)
Reynosa/1966	150
Cosoleacaque/1966	4,000
Pajaritos/1967	3,500
Camargo/1968	100
Independencia/1969	1,200
Escolín/1971	1,500
Tula/1979	100
Cangrejera/1980	5,000
Morelos/1988	4,500
Total	20,050

Con la merma en la producción y la inyección de etano al gasoducto, las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos y la planta de etileno de Braskem-IDESA no cuentan con suficiente materia prima, teniéndose que importar etano. Inclusive Braskem IDESA ha anunciado el fin de la construcción de un almacenamiento de etano, que importará y PEMEX ha ampliado sus facilidades de vaporización hasta en 900 T/d, del etano que se importará de Texas (Figura 14a). Y la siguiente (Figura 14b) muestra el aumento y luego la súbita caída al buscar la privatización de PEMEX.

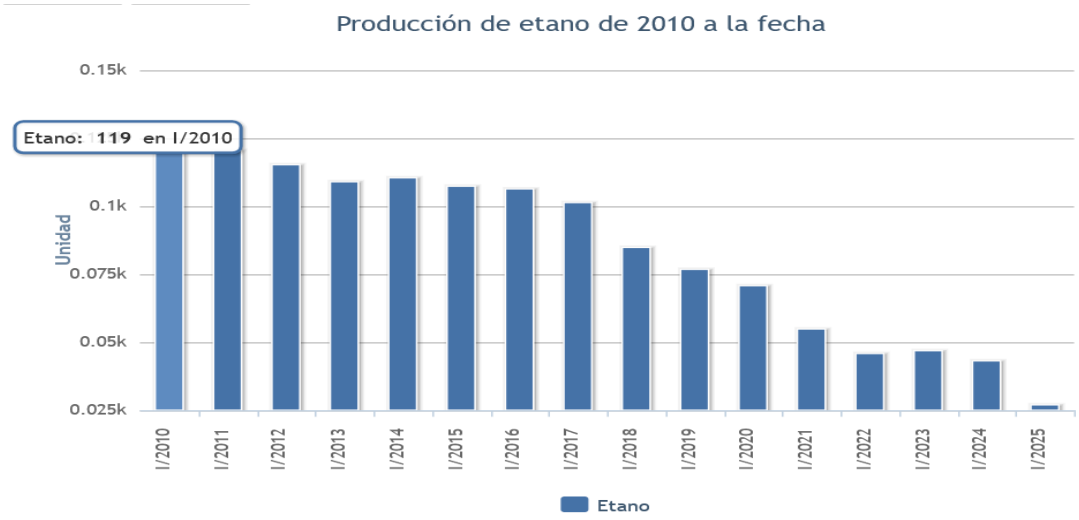


Figura 14a. Disminución en la producción del etano, materia prima vital (Pemex, 2025)

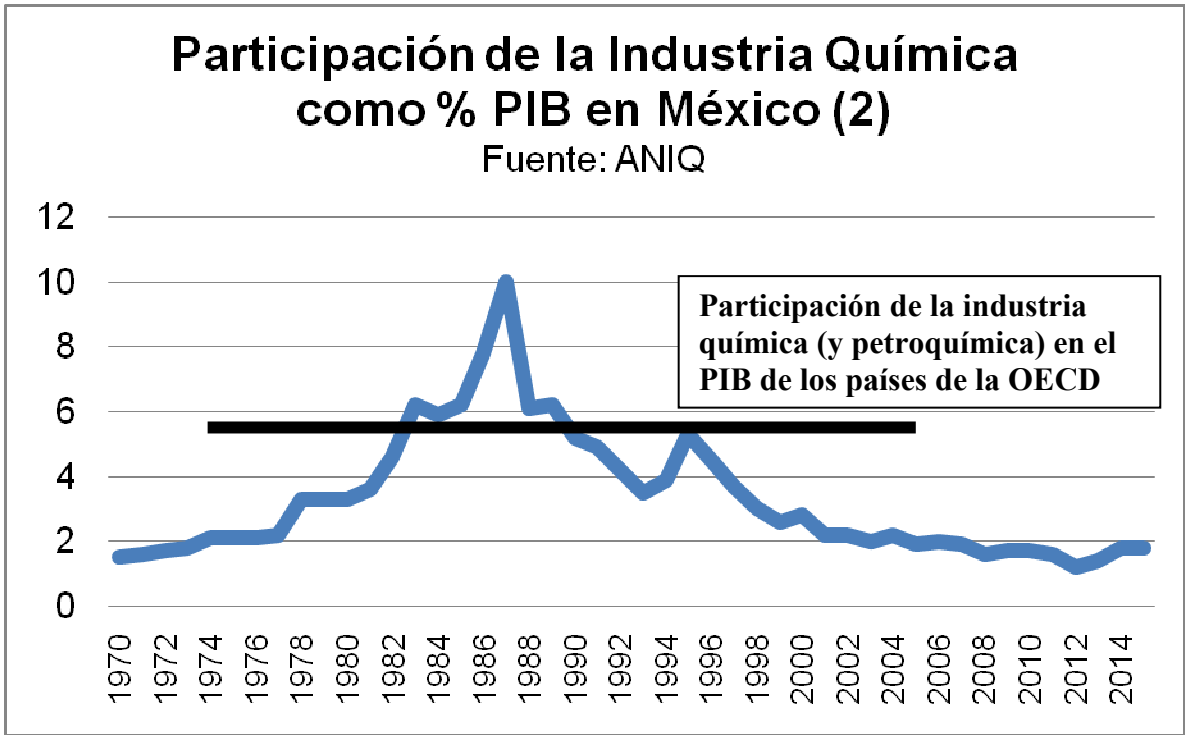


Figura 14b. Línea del tiempo para la industria química (y petroquímica) (ANIQ, 2025)

En la Figura 14c puede verse aún más claramente esta política de cerrar plantas y empezar a importar masivamente productos petroquímicos básicos. En el sexenio 2018-2024 se construyó la Refinería Olmeca y se mejoraron todas las refinerías del SNR.

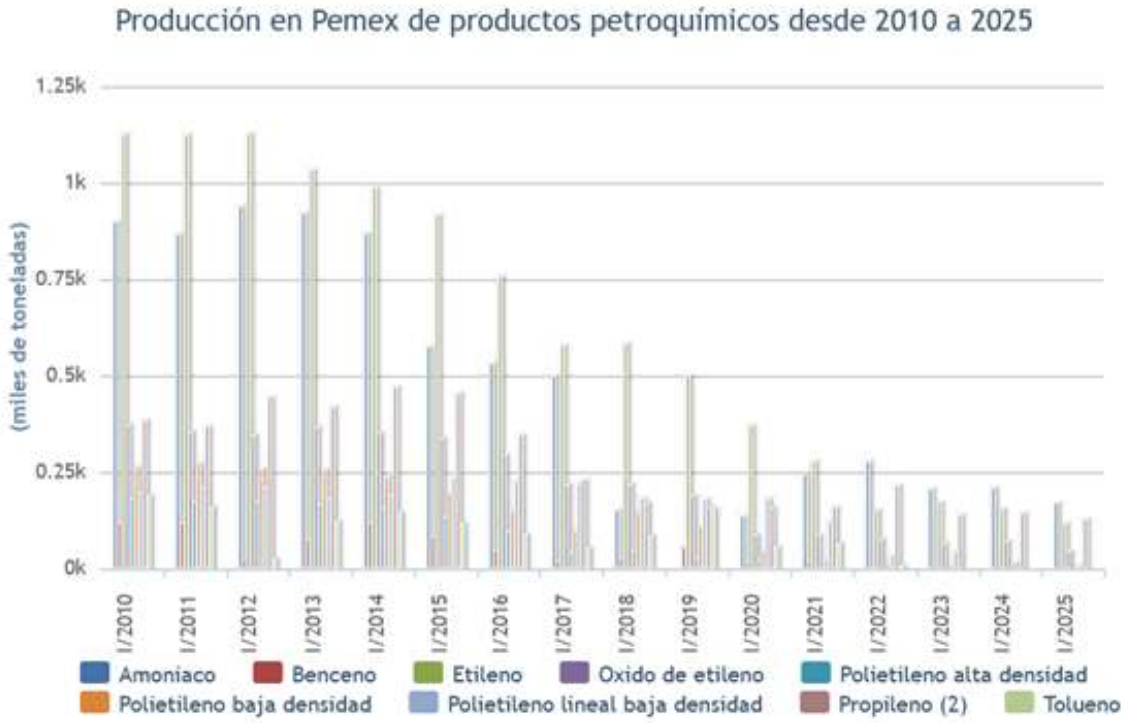


Figura 14c. Producción de productos petroquímicos en los últimos 15 años (Pemex, 2010-2025)

5.2. La cadena de producción de hidrocarburos en México. A continuación se presentan las Figuras 15a, b (precursores clásicos de la literatura), c (cadena de valor agregado que la petroquímica confiere a las materias primas). Por ello, México debiera exportar petroquímicos y no materias primas. Las fuentes de información fueron BCG (2024), BID (2024), IEA (2018), Lucintel (2025). La Figura 15c ejemplifica cómo a partir del petróleo y el gas natural se producen gasolinas, diesel y turbosina y de los productos refinados (eteno o etileno, vienen el óxido de etileno, los polietilenos, polipropilenos, el policloruro de vinilo, los benceno, ortoxileno, paraxileno, el metanol, el amoniaco, la urea, el acrilonitrilo, los fertilizantes, el *MEG*, el *HDPE*, el *LDPE*, el *LLPE*, el *PET*, etc., etc., teniendo los productos finales mostrados en su recuadro amarillo. La Figura 15d es la imagen que dice más que mil palabras. Fue presentada en la Convención Nacional del IMIQ en 2019 por el Ing. Josué Roque-Félix (2019).

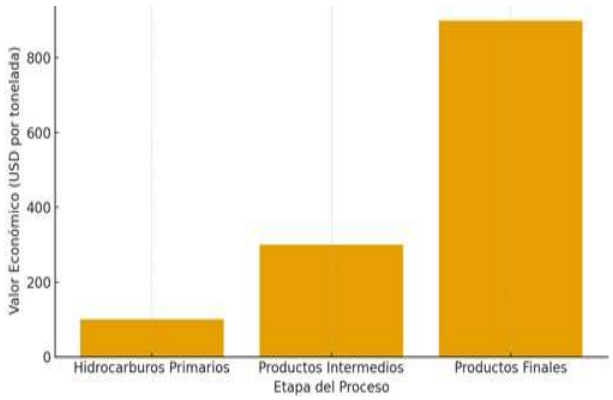


Figura 15a. Cadena de valor agregado a la materia prima en la industria petroquímica (Chemical Industry Association of Canada, 2015)

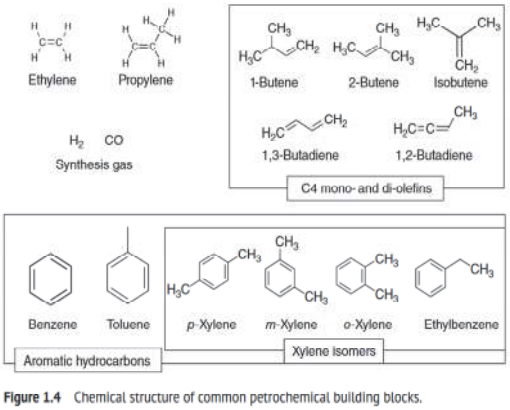


Figura 15b. Estructuras químicas de los componentes básicos petroquímicos (dominio público)

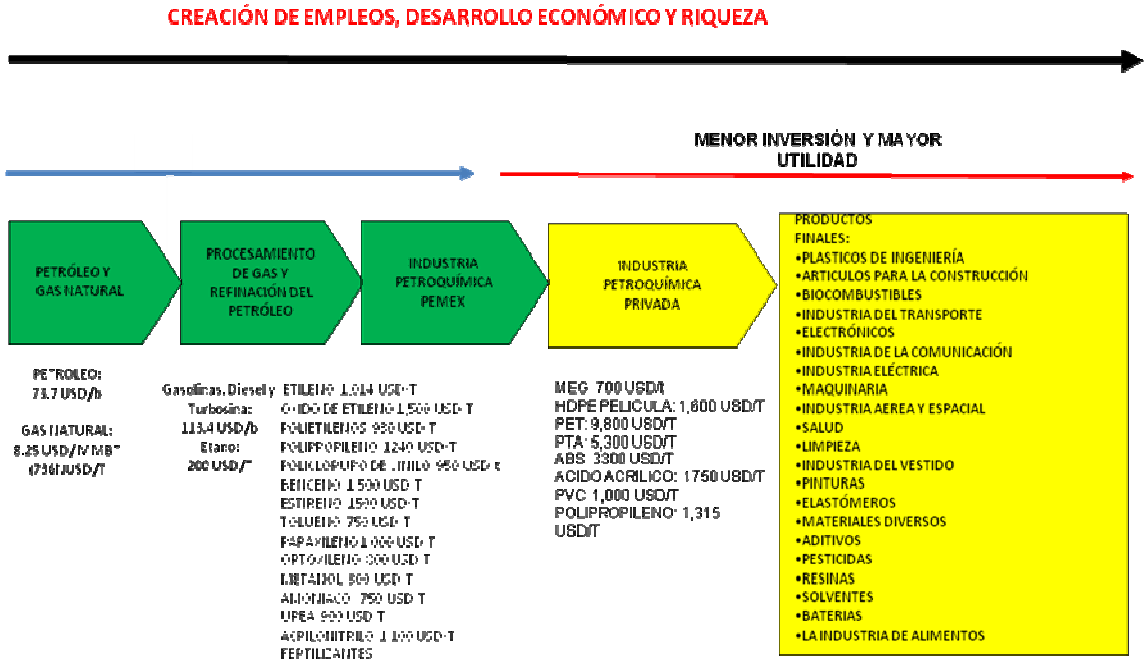


Figura 15c. Esta es la cadena de valor de la industria petroquímica en detalle (autoría propia)

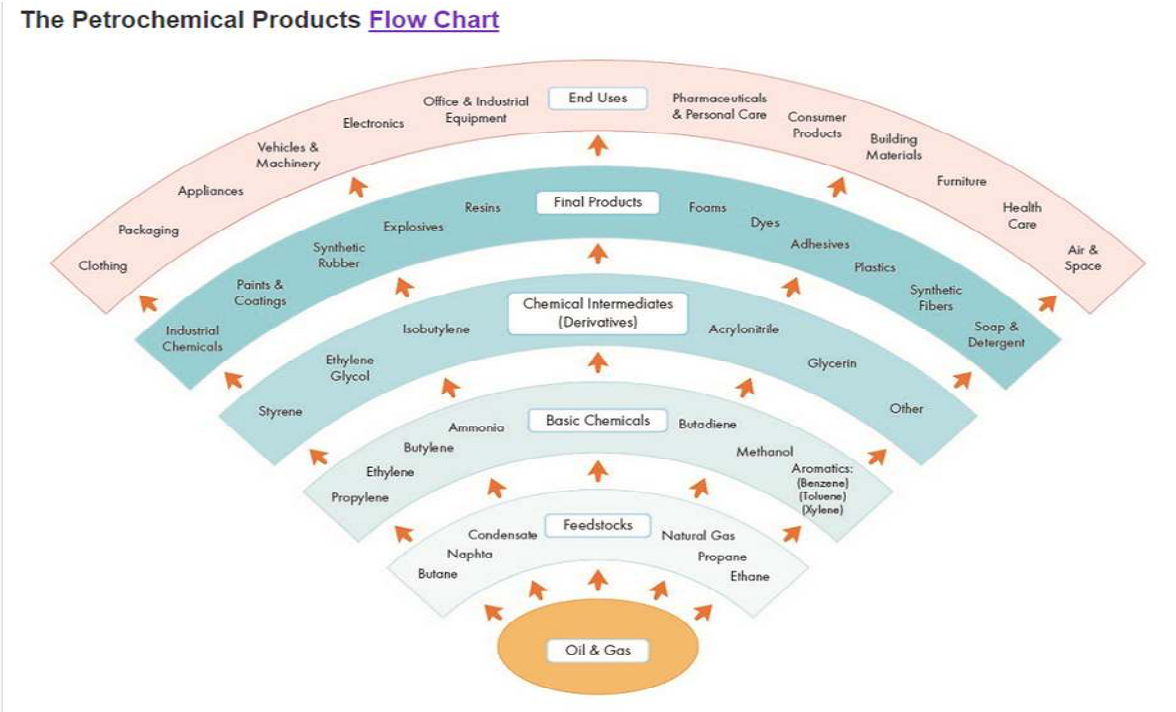


Figura 15d. Abanico de la petroquímica: Desde el petróleo y el gas hasta telas para ropa y equipo aeroespacial (Roque-Félix, 2019)

Pero ¿Qué fue ocurriendo en el neoliberalismo de 1988 hasta 2018? ¿Errores técnicos o avaricia exacerbada? En la Figura 16 se muestran claramente los resultados de estas políticas (PEMEX, 2025).

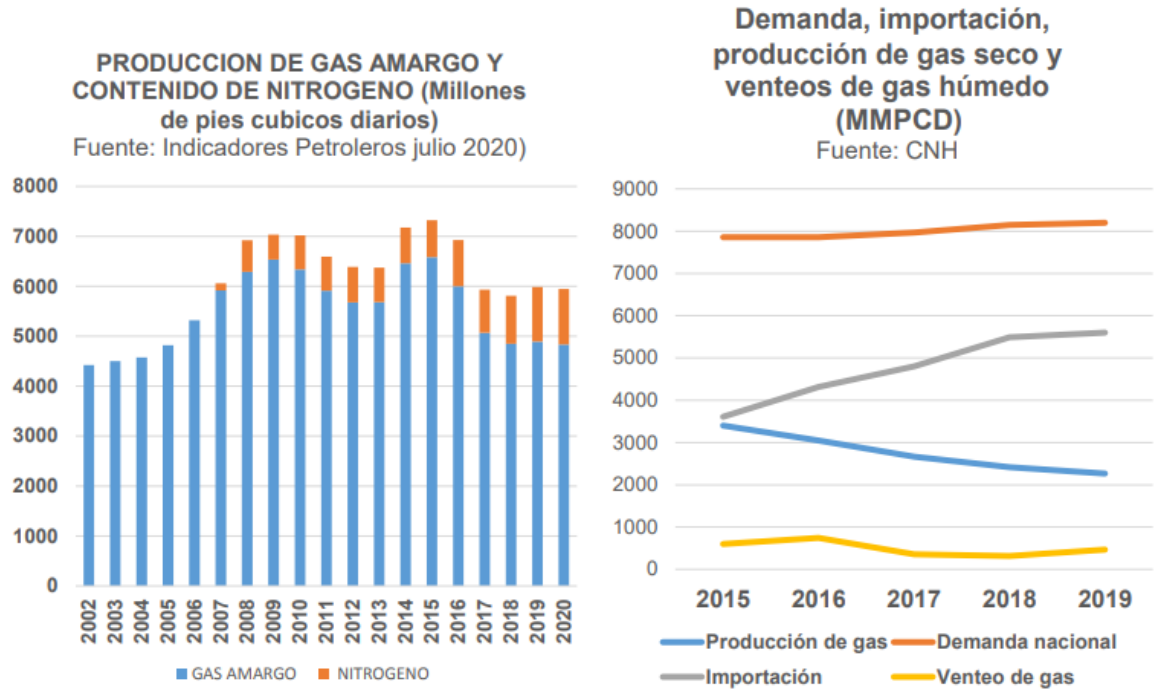


Figura 16. (a) Producción mexicana de gas natural y (b) Datos de demanda, importaciones y venteos

5.3. La importancia de la industria petroquímica en la economía. La balanza comercial de productos petroquímicos a finales de 2022 fue deficitaria en $24,298,962,000 MMUSD (INEGI, SAT, SE, BANXICO).

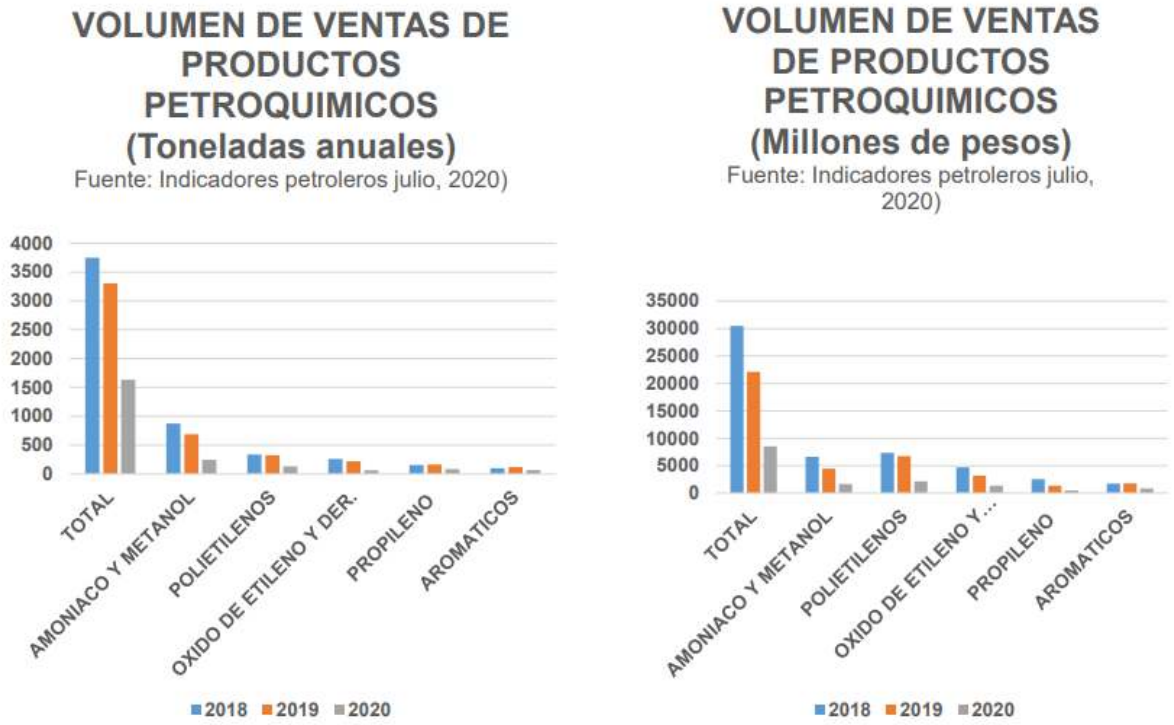


Figura 17. (a) Ventas de productos petroquímicos, t/año. (b) Iingresos en millones de pesos (Indicadores petroleros, 2020)

Para 2024 las importaciones alcanzaron los $40,000 MM USD/a, principalmente de los Estados Unidos, según la información de la ANIQ (2025).

5.4. La producción de petroquímicos hasta la fecha. El desarrollo y el crecimiento económico de la industria petroquímica coadyuvan al incremento del producto interno bruto en los países desarrollados. Pero los gobernantes mexicanos justamente hicieron lo contrario como se vio en las Figuras 14c y 17.

¿Qué es lo que debe hacerse? Justamente lo que hacen 1. Estados Unidos ($19.39), 2. Alemania ($3.68), 3. Rusia[6], 4. China ($12.01), 5. Japón ($4.87), 6. Reino Unido ($2.62), 7. Italia ($1.93), 8. Francia ($2.58), 9. India ($2.61) y 10. Brasil ($2.05) quienes son, en ese orden, los mayores productores de petroquímicos del mundo (Petrochemical Industry Overview. Chemical Economics Handbook, 2020) y sus productos internos brutos en miles de millones de dólares estadounidenses son los datos entre paréntesis (Investopedia, 2020).

La Figura 18a muestra el enorme potencial que tiene México cuando se compara con los sitios donde se extraen el crudo y el gas natural y se encuentran las pocas refinerías que se poseen y que dado que nuestra producción de crudo y gas natural es poca -comparada con la que se tenía cuando se decidió exportar crudos para tener dinero en el erario endeudando a Pemex-, debe usarse inteligentemente no malbaratándola como en la docena y media trágica (2000-2018) (Figuras 18b,c).

[6] Rusia no está entre los diez países con mayores PIB y por eso no aparece el dato (Investopedia, 2020)

Figura 18a. México y sus complejos petroquímicos (PEMEX, 2025)

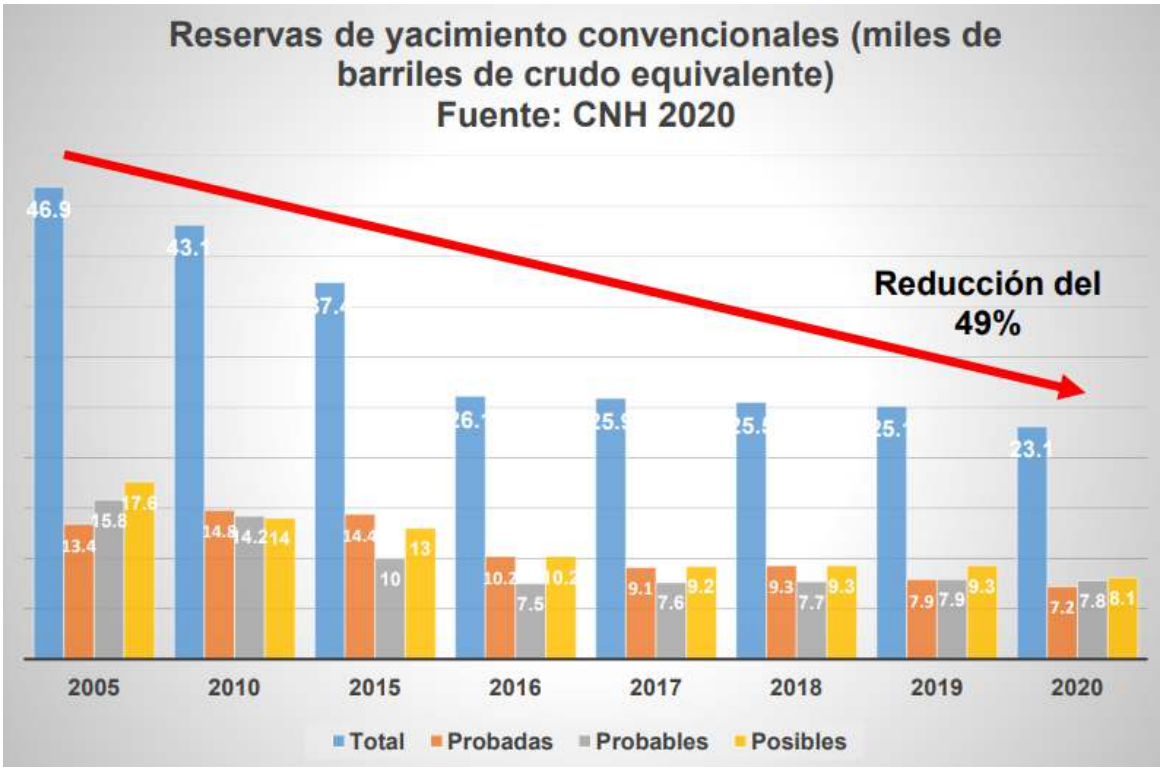


Figura 18b. Reservas de yacimientos convencionales (PEMEX Petroquímica, 2020)

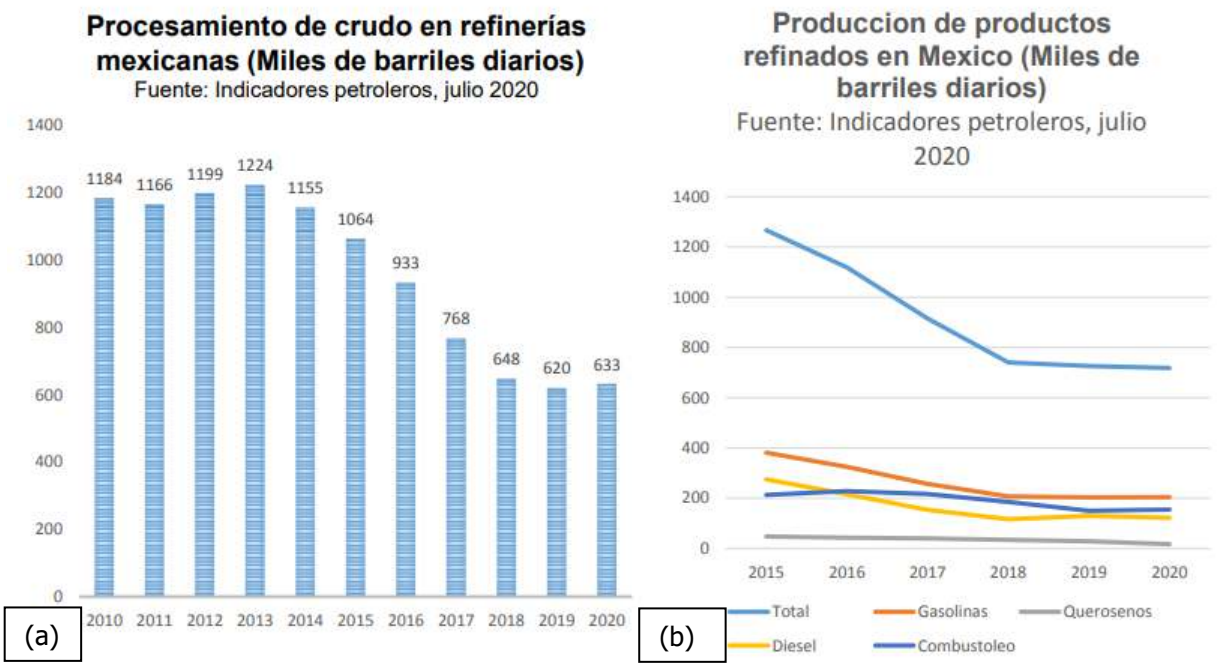


Figura 18c. (a) Crudo procesado en refinerías y (b) sus productos refinados (Indicadores petroleros, 2020)

5.5. La balanza comercial de petroquímicos. Nuevamente, las imágenes dicen más que mil palabras. Las Figuras 19a, b y c muestra el neoliberalismo y lo que dejó a la 4T. Un reto fenomenal. Es claro que esto no fue lo único que heredó la 4T del neoliberalismo. En marzo de 2020 se declaró la emergencia sanitaria y era más urgente salvar vidas que salvar a Pemex. Así que esto está avanzando pero lentamente.

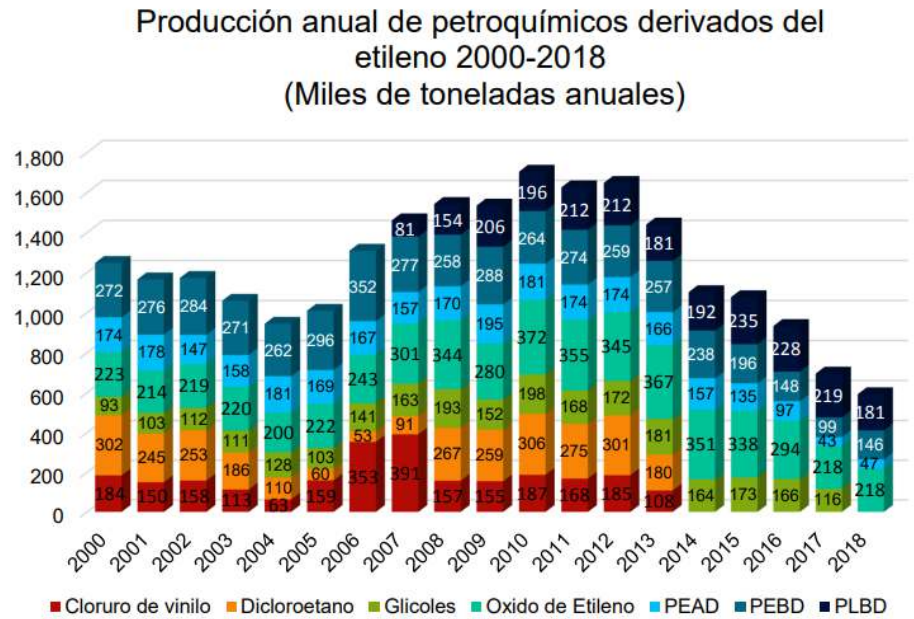


Figura 19a. Producción anual de petroquímicos (Anuario Estadístico PEMEX 2000-2018, tomado de la ponencia de Roque-Félix, 2019)

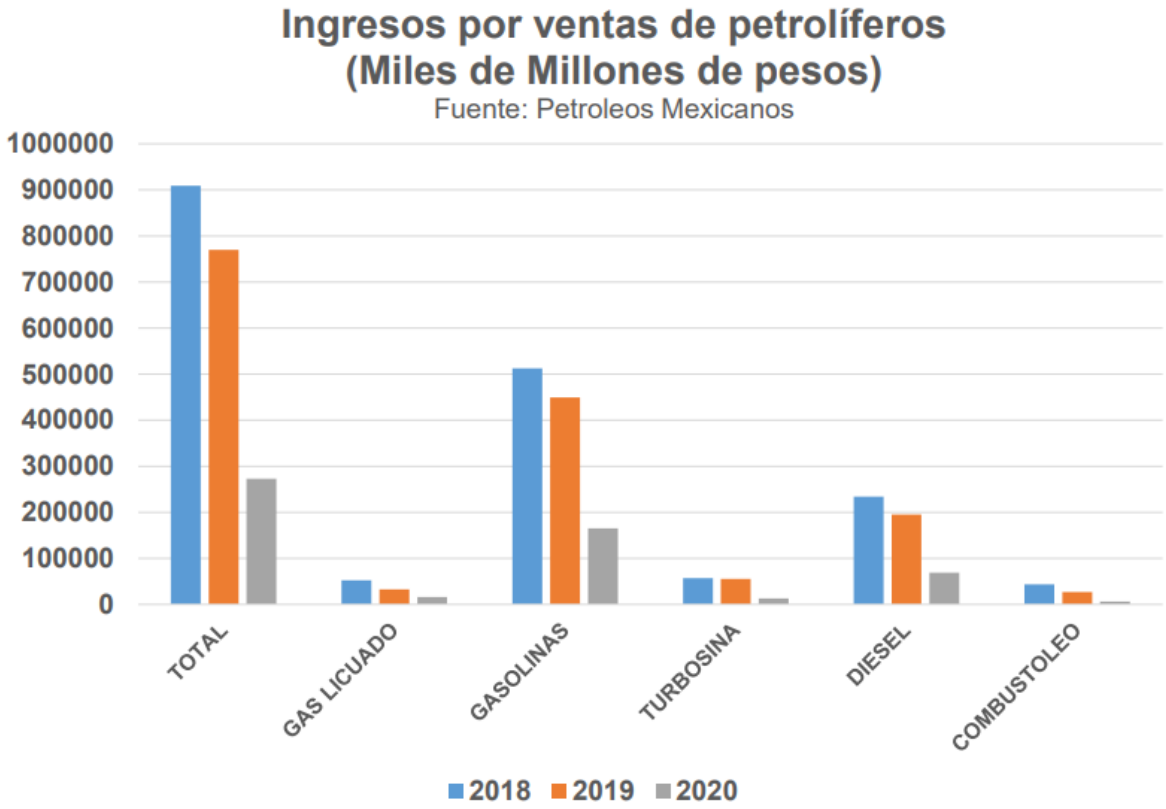


Figura 19b. Ingresos por ventas de petrolíferos en millones de pesos (Pemex, 2020)

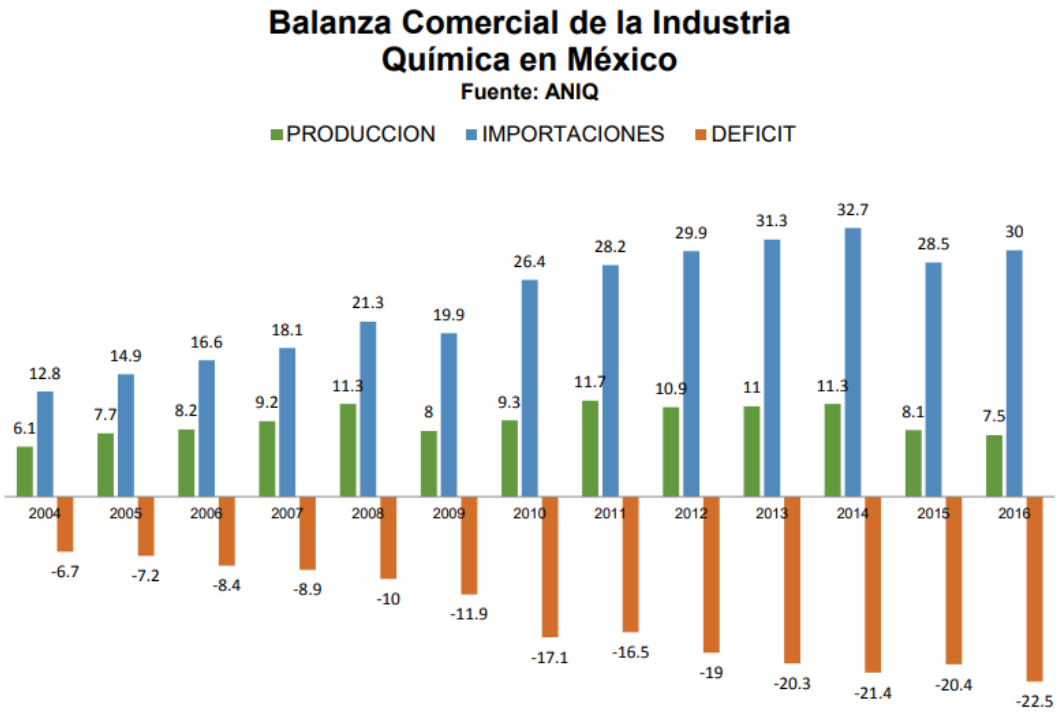


Figura 19c. Balanza comercial de la industria química (y petroquímica) en México (ANIQ, 2020)

6. La situación actual de Pemex

6.1. El problema financiero. El estado financiero de Pemex de acuerdo con la deuda consolidada y la calificación crediticia para 2025 según Fitch: Subió las calificaciones de PEMEX de largo plazo en moneda extranjera y en moneda local a 'BB+'. La perspectiva de la calificación es en observación estable. Según Moody's el 21 de julio de 2023 la calificación era **'B1'** con perspectiva negativa y según SP Global Ratings era BBB+ con perspectiva estable. La Figura 20 presenta la deuda externa de Pemex. Comparando la información de Pemex con otras compañías es claro que con la herencia del neoliberalismo no pudo resolverse por tener otros problemas más ingentes (salud). Las Tablas 5a y b muestran la información disponible.

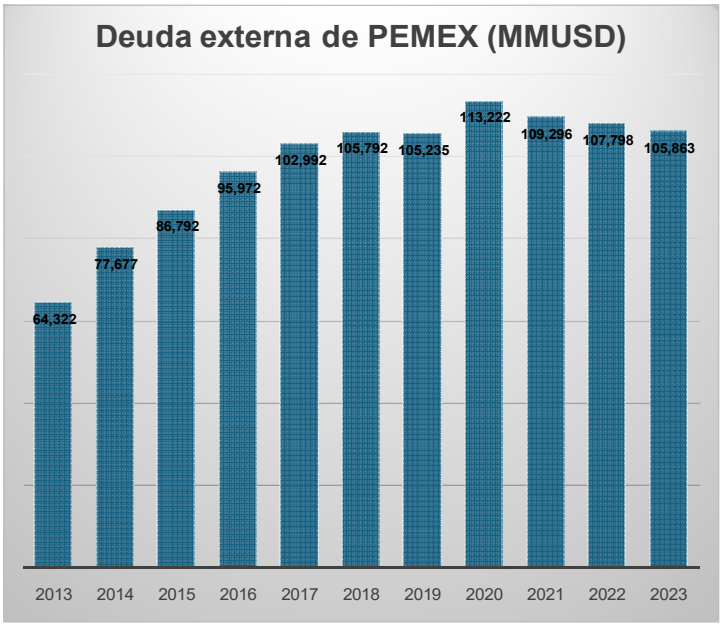


Figura 20. Deuda externa de Pemex (MMUSD) (Pemex, 2025)

Tabla 5a. Utilidades de cuatro compañías internacionales y Pemex entre 2023 y 2024

Compañía	Utilidad (USD)	Año / Período	Fuente / Observaciones
PEMEX	9,204 millones	2023	Wikipedia – Utilidad neta 2023
Exxon Mobil	34,000 millones	2024	Ranking Oil & Gas 2024
Chevron	18,000 millones	2024	Ranking Oil & Gas 2024
Total Energies	16,000 millones	2024	Ranking Oil & Gas 2024
Saudi Aramco	106,200 millones	2024	Aramco.com – Resultados oficiales 2024

Tabla 5b. Utilidades de cuatro compañías internacionales y Pemex en 2024

Compañía	Empleados totales	Fuente	Compañía	Empleados totales	Fuente
PEMEX	≈129,198	Bloomberg Línea (2024)	Exxon Mobil	≈60,900	Wikipedia / Reporte 2024
Chevron	≈45,298	Wikipedia / Reporte 2024	Saudi Aramco	≈75,000	Wikipedia / Reporte 2024

6.2. El problema de seguridad. Los índices de Frecuencia y Gravedad en PEMEX (2020–2025*) se muestran en las Figuras 21a,b,c.

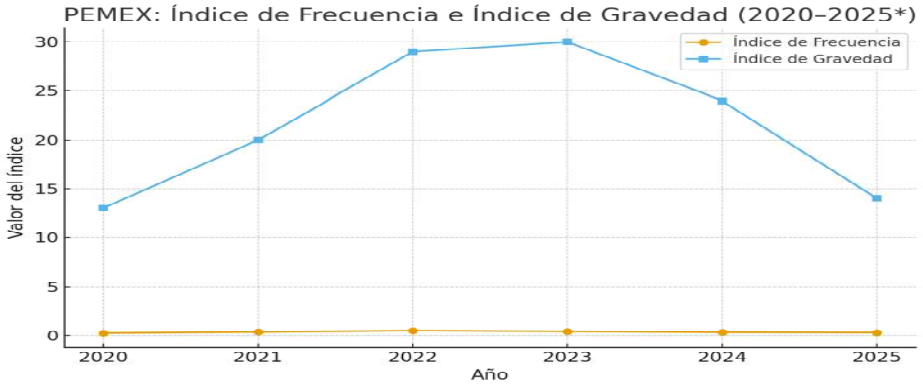


Figura 21a. Índices de Frecuencia y Gravedad en PEMEX (2020–2025*)

Figura 21b. Incendio en la plataforma Abkatún-Alfa, Golfo de México (2015)

Figura 21c. Equipos de emergencia atendiendo el siniestro en Abkatún-Alfa

6.3. El problema del 'huachicoleo'[7] de petrolíferos y el contrabando fiscal a gran escala y su impacto en la economía mexicana. En las Figuras 22a,b,c se presenta información obtenida por el Dr. Francisco J. Barnés-de-Castro para los años 2023 y 2024 para el OCE en 2025. Esta información muestra que todavía no ha podido controlarse la corrupción entre los grupos criminales de Estados Unidos y México que han hecho fortunas con los recursos naturales de México.

Figura 22a. Robo de crudo y condensados (a) En Mb/d y (b) En MM USD (Barnés-de-Castro, 2025)

[7] Término presentado en una contribución previa de la autoría de Hugo Norberto Ciceri-Silvenses y Johanna Soto-Rodea [nota de los(as) editores(as): Revista Ambiens Techné et Scientia México, 8(1):19.26, 2020, ISSN 2954-3622, p. 25]

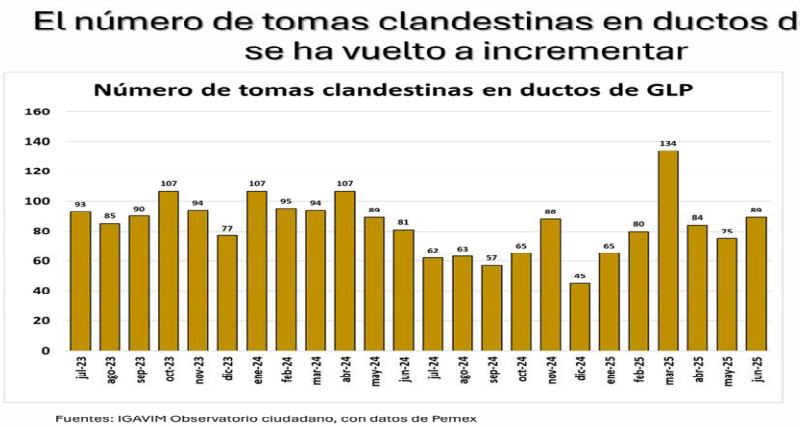


Figura 22b. Robo de gas licuado de petróleo (propano-butano) en 2023 (Barnés-de-Castro, 2025)

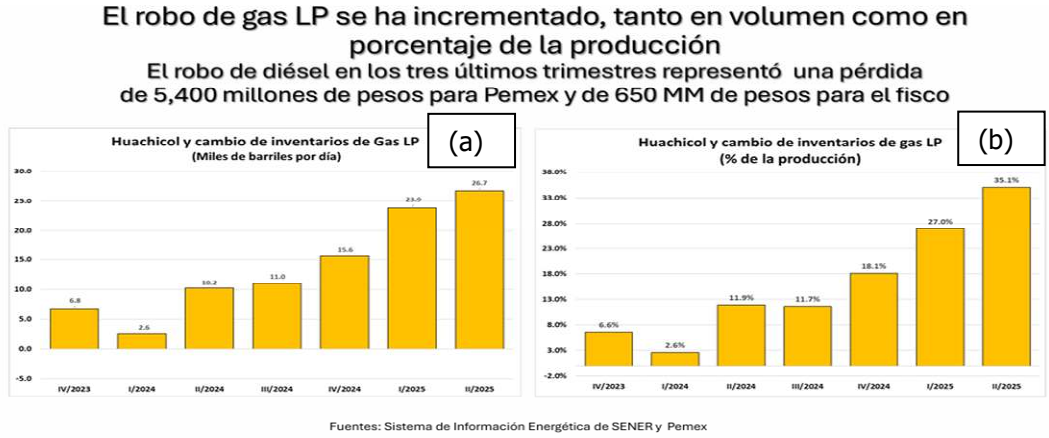


Figura 22c. Robo de gas licuado de petróleo (propano-butano) en 2024 y 2025 (a) Mb/d y (b) % de la producción (Barnés-de-Castro, 2025)

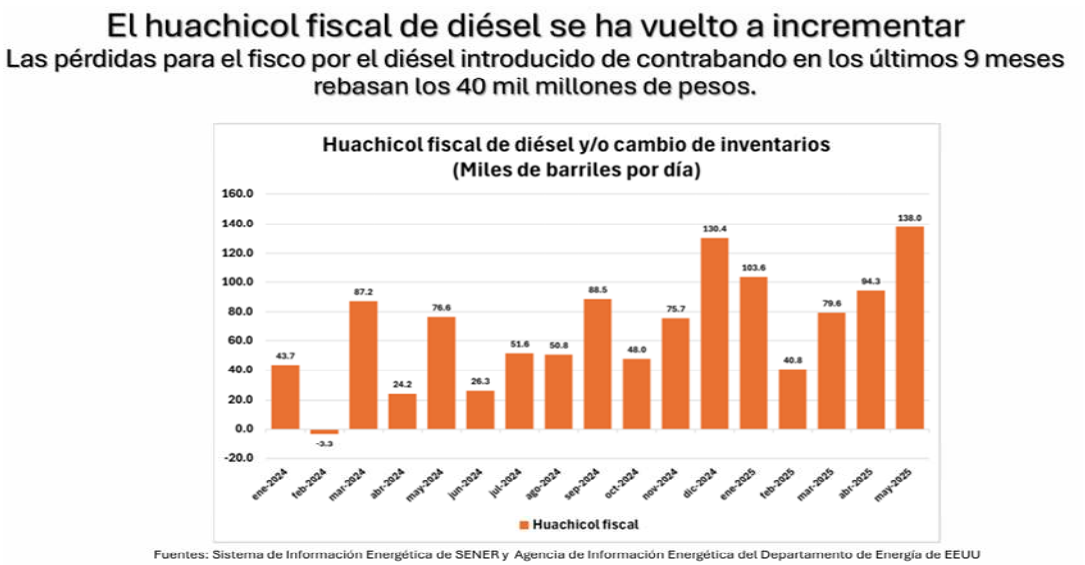


Figura 22d. Robo de diésel en 2024 y 2025 (Sener, 2025; AIE-DdE (EE.UU., 2025)

7. La situación económica actual de México

México enfrenta enormes retos que deben ser resueltos con la cooperación del gobierno y los ciudadanos y que deben unirse para terminar con la corrupción. Las Figuras 23a,b muestran la información de los últimos 24 años sobre el producto interno bruto (comparándolo con lo mencionado párrafos arriba para los países que más petroquímicos producen está dentro de los países con valores menores que Brasil y comparables con Italia.

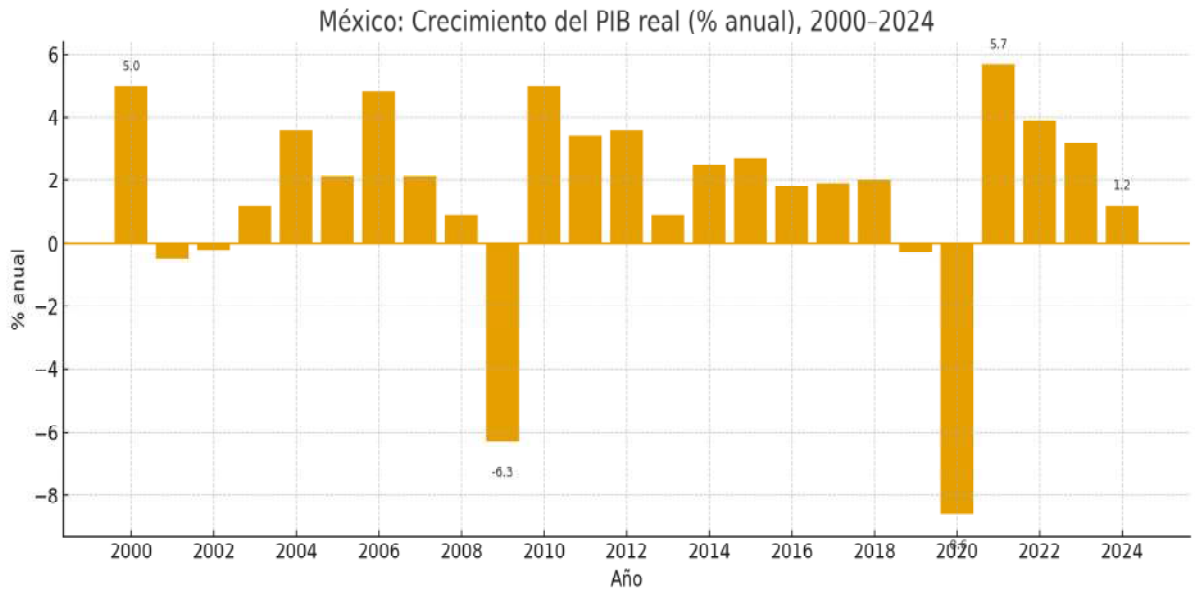


Figura 23a. Producto interno bruto de México entre 2000 y 2024 (CEFP Series históricas 1980–2023) con datos de INEGI; INEGI, PIB trimestral 2025/02 con crecimiento para 2024 = 1.2%)

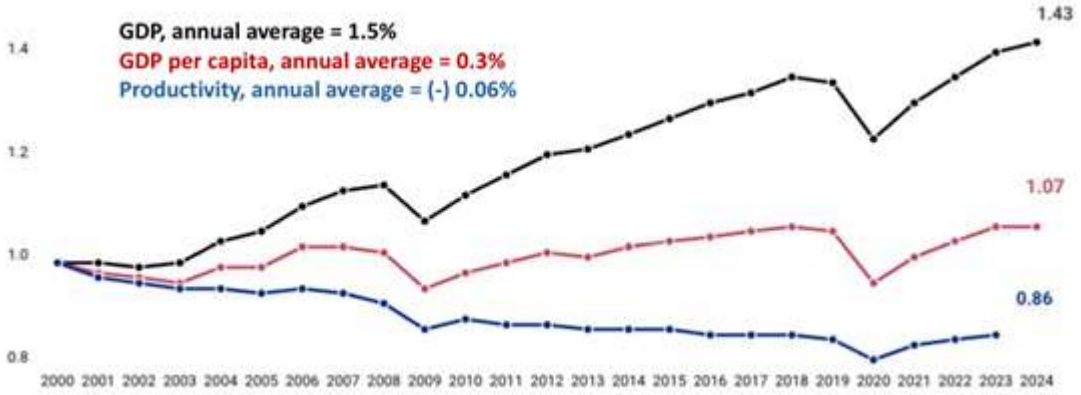


Figura 23b. PIB, promedio anual de 1.5%, PIB per cápita de 0.3% y productividad anual en promedio (-0.06%) para 2023 = 1.43% tomando como base el inicio de la 'docena trágica' (2000) y, considerando la pandemia del Covid-19 en 2020-2021 y sus costos (salud, empleo, etc.) (Levy, 2025)

Para terminar, el Fondo Monetario Internacional (2026) presenta una lista de países con las economías más altas y México ocupa el número 13 de 50 y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público indica que deben obtenerse más de 20 millones de millones (billones) de pesos en 2026. Así que

habrán de hacer cumplir a los acreedores al fisco y acabar con el huachicol como se ve en la Figura 23e para multiplicar por diez sus ingresos y poder continuar con la política de "primero los pobres".

Figura 23c. Las 50 economías más grandes en 2026 en miles de millones de dólares (según el FMI, 2026)

Figura 23d. Saldo histórico de los requerimientos financieros del sector público en billones de pesos de 2025 (SHCP, 2025)

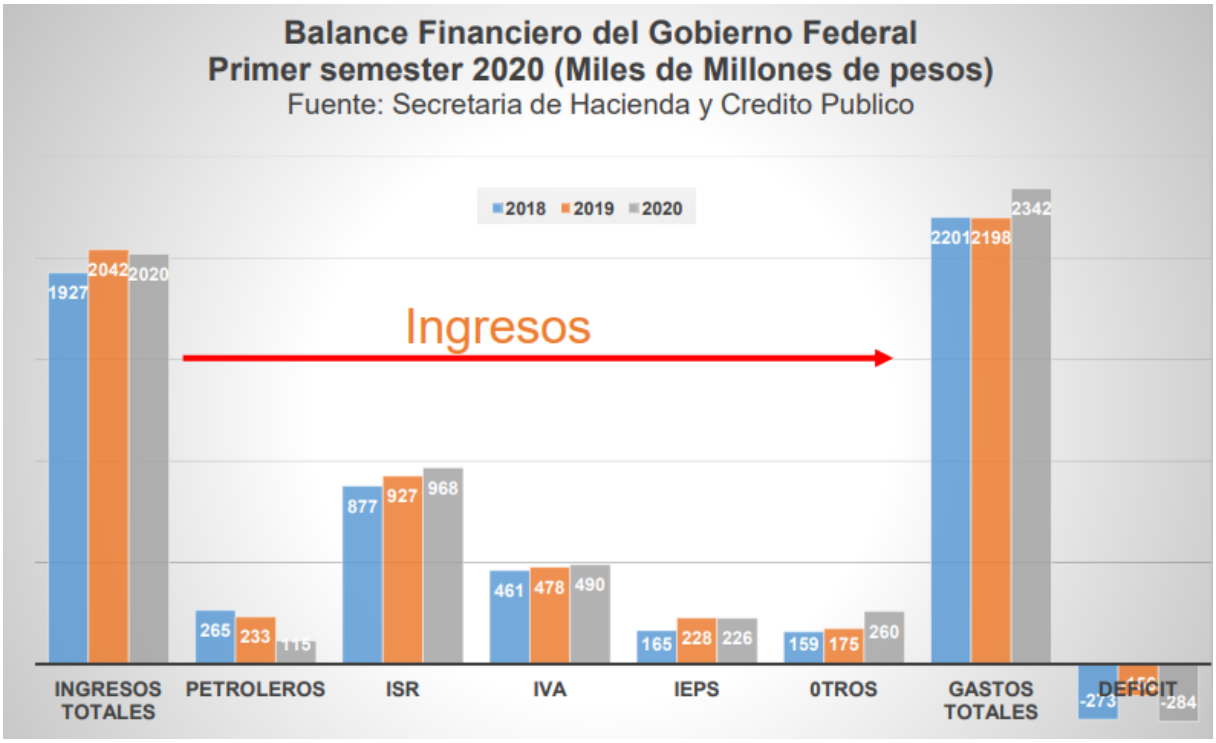


Figura 23e. Ingresos reales del sector público en miles de millones de pesos de 2020 en plena pandemia del Covid-19 (SHCP, 2020)

Volviendo a Pemex, a continuación, se llega a la última parte de este extenso documento histórico. Esta segunda parte se presenta en un artículo separado, en el próximo número. Y ofrece una estrategia para corregir el rumbo, basada en la honestidad y la ética.

Los tres primeros anexos se presentan a continuación, así como el glosario y las referencias citadas en esta primera parte.

Anexos

A.1. José Mario Molina Pasquel y Enríquez

Universidad de California, Irvine y San Diego (UCSD) – Investigador en química atmosférica. Junto con su esposa Luisa Tan Molina fundó el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente en México y otro en San Diego. Consejero científico de la ONU y asesor ambiental del gobierno mexicano. Legado e impacto: Su trabajo inspiró la firma del Protocolo de Montreal (1987), uno de los acuerdos internacionales más exitosos para la protección ambiental. Fue miembro de El Colegio Nacional y de numerosas academias científicas del mundo. Dedicó sus últimos años a la lucha contra el cambio climático, promoviendo políticas públicas de sustentabilidad y calidad del aire. Fallecimiento: Falleció el 7 de octubre de 2020, a los 77 años, en la Ciudad de México. Fue despedido con honores de Estado y reconocido como Patrimonio Científico Nacional. Mario Molina fue un **pionero de la química ambiental moderna**, un **embajador de la ciencia mexicana**, y un **ejemplo de compromiso ético y social**. **Su trabajo salvó literalmente la atmósfera del planeta y cambió las políticas internacionales sobre contaminación y desarrollo sustentable**.

Frase célebre del Dr. Mario Molina: "Los problemas ambientales globales no respetan fronteras; requieren la cooperación de todos los pueblos del mundo."

A.2. Proyecto Confidencial 1

Materias primas para el Tetraetilo de Plomo (TEP): Cloruro de etilo (CH_3CH_2Cl), donador del grupo etilo; plomo metálico (Pb), fuente del átomo de plomo; sodio metálico (Na), se combina con plomo para formar la aleación reactiva; reacción industrial, haluro etílico + aleación plomo-sodio → TEP + cloruro de sodio. **Proceso**: 1. Cloruro de etilo y aleación plomo-sodio ingresan al reactor de etilación. 2. Reacción controlada produce tetraetilo de plomo (TEP). 3. Condensación y separación de impurezas. 4. Recuperación de TEP y residuos inertes. Nota: El TEP es altamente tóxico; su uso fue prohibido globalmente por razones ambientales.

Legado y relevancia histórica. El Dr. Gacía Sancho fue pionero en la industria química mexicana. Su trabajo permitió a PEMEX mantener la autosuficiencia durante el boicot petrolero. Inspiró la creación del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) décadas después. Reconocido como uno de los fundadores de la química industrial moderna en México.

A.3. José Vasconcelos

Como Secretario de Educación Pública, José Vasconcelos impulsó un programa nacional de becas al extranjero. Su objetivo fue formar una élite científica y técnica para modernizar el país tras la Revolución. Entre 1922 y 1925, envió a 22 estudiantes mexicanos a universidades europeas (Alemania, Francia, España, Inglaterra). Entre ellos se encontraba Teófilo García Sancho, quien estudió en la Universidad de Kiel y obtuvo su doctorado en 1925. Las becas fueron financiadas por la SEP y buscaban que los egresados regresaran a servir en instituciones mexicanas. Este programa dio origen a una generación de científicos que consolidó la Facultad y el Instituto de Química de la UNAM (IISUE-UNAM. 2018. Perfiles Educativos, núm. 162; Quiminet (Forjadores de la Química en México); José Vasconcelos, 'Ulises Criollo'.

Glosario

Término	Significado
AIE-DdE	Agencia de Información Energética del Departamento de Energía (EE.UU.). (https://www.eia.gov/)
API	Siglas para *`American´ Petroleum Institute* (más correctamente *U.S. Petroleum Institute* ya que Estados Unidos es poco más de la quinta parte del continente americano dividido en dos por el Canal de Panamá, siendo esto a pesar de haberse apoderado de las cuatro quintas partes del México independiente de 1821). Esta entidad avaló una medición equivocada de la densidad de los petróleos mediante

Término	Significado
	el uso de densímetros o areómetros, instrumentos de medición que sirven para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa, conductividad térmica y temperatura. Normalmente, estos densímetros están hechos de vidrio y consisten en un cilindro hueco con un bulbo. Los densímetros que eran fabricados en los Estados Unidos tenían un módulo de 141.5 en vez del módulo correcto de la escala Baumé que es 140. Para 1921, la escala había sido tan aceptada, que el Instituto Estadounidense de Petróleo (*API*) creó la escala de gravedad *API*, la cual era la escala que venía siendo usada en la industria (Figura 3)
B, b	Barril de petróleo. El barril equivale a 42 galones estadounidenses, aproximadamente 159 litros
CDMX	Ciudad de México
CEPF	Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (Figura 23)
CI	Indice de complejidad en inglés: *The Nelson Complexity Index (NCI) is a metric that measures the sophistication of a petroleum refinery. It compares a refinery's secondary conversion capacity to its primary distillation capacity, assigning a score based on the number and types of processing units. A higher NCI indicates a more complex refinery capable of producing higher-value products from a barrel of oil, but also one that is more costly to build and operate.* ***How it Works: Complexity factors****: Each processing unit in a refinery is assigned a "complexity factor" based on its cost and conversion ability relative to a simple distillation column, which has a factor of 1.* ***Calculation****: The NCI for the entire refinery is calculated by adding the complexity factors of all its units, weighted by their capacity relative to the crude distillation unit.* ***Topping refineries****: Refineries that only perform crude oil distillation have a basic NCI of 1.* ***Modern refineries****: More complex refineries include units like catalytic hydrotreating (factor of 2.0) and coking (factor of 6.0).* ***What it indicates: Sophistication****: A higher NCI score means the refinery is more sophisticated and complex.* ***Product value****: More complex refineries can handle lower-quality crude oil and produce higher-value, lighter products like gasoline, diesel, and kerosene.* ***Cost****: Higher NCI refineries have greater capital and operating costs but are also more profitable due to their ability to create more value-added products (Nelson Complexity Index: What it is, How it Works, Investopedia, 8 jul 2025)* | El Índice de Complejidad de Nelson (NCI) es una métrica que mide la sofisticación de una refinería de petróleo. Compara la capacidad de conversión secundaria de una refinería con su capacidad de destilación primaria, asignando una puntuación basada en el número y los tipos de unidades de procesamiento. Un NCI más alto indica una refinería más compleja, capaz de producir productos de mayor valor a partir de un barril de petróleo, pero también una más costosa de construir y operar. Funcionamiento: Factores de complejidad: A cada unidad de procesamiento en una refinería se le asigna un "factor de complejidad" basado en su costo y capacidad de conversión en relación con una columna de destilación simple, cuyo factor es 1. Cálculo: El NCI para toda la refinería se calcula sumando los factores de complejidad de todas sus unidades, ponderados por su capacidad en relación con la unidad de destilación de crudo. Refinerías básicas: Las refinerías que solo realizan destilación de petróleo crudo tienen un Índice de Complejidad de Nelson (ICN) básico de 1. Refinerías modernas: Las refinerías más complejas incluyen unidades como hidrotratamiento catalítico (factor de 2,0) y coquización (factor de 6,0). ¿Qué indica? Sofisticación: Un ICN más alto significa que la refinería es más sofisticada y compleja. Valor del producto: Las refinerías más complejas pueden procesar petróleo crudo de menor calidad y producir productos más ligeros y de mayor

Término	Significado
	valor, como gasolina, diésel y queroseno. Costo: Las refinerías con un ICN más alto tienen mayores costos de capital y operativos, pero también son más rentables debido a su capacidad para crear productos con mayor valor agregado (Índice de Complejidad de Nelson: Qué es, cómo funciona, Investopedia, 8 de julio de 2025) (Figura 7a)
D, d	Día
FCC, coker	*Fluid Catalytic Cracking* se refiere a **craqueo catalítico fluido**, un proceso de refinería para convertir fracciones de petróleo pesado en productos más valiosos, mientras que "Coker" se refiere a la **unidad de coquización** o **coquizador**, que es otro proceso de refinería que convierte el residuo pesado en productos como gasolina y gasóleo. En el contexto de la industria del petróleo, **FCC y Coker son dos procesos diferentes, aunque a veces se complementan o se utilizan conjuntamente** (Tabla 2, Figura 5)
HDPE	Siglas en inglés para polietileno de alta densidad
kb/d, MBPD, MM BPD	Kilobarriles por día, miles de barriles por día, millones de barriles por día
LDPE	Siglas en inglés para polietileno de alta densidad
LLPE	Siglas en inglés (*linear low density polyethylene*) para polietileno lineal de baja densidad
MEG	Metiletilenglicol
MM U.S.D./a, MM USD/a	Millones de dólares estadounidenses por año
MM USD	Millones de dólares estadounidenses
MTBE	*Methyl tertiary butyl ether* o éter metilterbutílico, aditivo para gasolinas, un aditivo oxigenante utilizado actualmente en muchos países, incluyendo México, para mejorar el octanaje y reducir las emisiones contaminantes y que produce cáncer
Pemex, PEMEX	Petróleos Mexicanos
PET	Siglas en inglés para tereftalato de polietileno
PVAP, Pvap, aromáticos	En termodinámica y fisicoquímica, Pvap o a veces simplemente PVAP es la abreviatura de **presión de vapor**. Esta es la presión ejercida por un vapor en equilibrio termodinámico con su fase condensada (líquida o sólida) a una temperatura determinada. Es una propiedad física fundamental para entender la volatilidad de las sustancias. En **relación con los aromáticos**: La presión de vapor es una propiedad que se mide para cualquier sustancia, incluidos los **compuestos aromáticos** (como el benceno, tolueno, naftaleno, etc.). Los compuestos aromáticos, especialmente los más ligeros, tienen presiones de vapor medibles y estas propiedades son cruciales en procesos industriales que los involucran, como la destilación en refinerías. En resumen, la relación entre PVAP y los aromáticos depende de a cuál de los dos conceptos se hace referencia: O bien un polímero que contiene grupos aromáticos en su estructura o la propiedad física (presión de vapor) de los compuestos aromáticos (Figura 5)
SC, Ma	Siglas para las refinerías de Salina Cruz y Madero (Figura 5)
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público del Gobierno Federal de México
SNR	Sistema Nacional de Refinación (refinerías existentes en México)
SPCO	Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras de Pemex
TAME	*Tertiary-Amyl-Methyl-Ether* o éter metil-terciario-amílico, aditivo para gasolinas, un aditivo oxigenante utilizado actualmente en muchos países, incluyendo México, para mejorar el octanaje y reducir las emisiones contaminantes
TEP, *TEL*	Tetraetilo de plomo, *tetraethyllead*, agente antidetonante que se usó ampliamente en el pasado, pero ha sido prohibido globalmente debido a los graves riesgos para la salud pública y el ambiente asociados con la toxicidad del plomo

Término	Significado
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Reconocimientos

El autor agradece a la Doctora Genoveva Rosano-Ortega, Directora Académica de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sustentable, Vicepresidenta de la Sección Puebla del IMIQ y al Dr. Ramón Montiel la invitación para dar una plática sobre el campo de la Ingeniería Ambiental y el Desarrollo Sustentable, siendo esta es la segunda vez que el autor tiene el honor de estar en esta Universidad Popular del Estado de Puebla, México. Asimismo, agradece a los revisores que los(as) editores(as) de esta prestigiada revista designaron para evaluar mi contribución ya que mejoraron su presentación. Todos los errores que llegara a tener son solamente responsabilidad del autor. Finalmente, agradece a todos(as) los(as) colegas que han contribuido a lo largo de estos más de cien años recopilando información, estudiando las plantas productivas, evaluando sus fortalezas y debilidades y, en general, buscando mejorar su productividad y con ella la calidad de vida de todas las personas que conforman la sociedad tanto en las zonas rurales, las suburbanas y las urbanas.

Referencias

Aguilar-Rodríguez, E. 2022. Datos disponibles del Instituto Mexicano del Petróleo. Ciudad de México, México.

AIE. DdE (EE.UU.). 2025. Agencia de Información Energética del Departamento de Energía (EE.UU.). https://www.eia.gov/

ANIQ. 2025. Asociación Nacional de la Industria Química. Ciudad de México, México.

Barnés-de-Castro, F.J. 2025. Presentación en OCE, Observatorio Ciudadano de Energía, 18 de octubre de 2025. Ciudad de México, México.

BCG. 2024. Petrochemicals Growth Slows: Here's How to Win. Boston Consulting Group. Boston, United States. https://www.bcg.com/publications/2024/petrochemicals-growth-slows-heres-how-to-win

BID. 2024. La cadena de valor de productos químicos en México. Banco Interamericano de Desarrollo. Ciudad de México, México. https://publications.iadb.org/es/la-cadena-de-valor-de-productos-quimicos-en-mexico-analisis-de-oportunidades-de-proveeduria-la-cgv

CEFP. 2025. Series históricas 1980-2023 con datos de INEGI; INEGI, PIB trimestral 2025/02. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Ciudad de México, México.

Chemical Industry Association of Canada. October 2015. Ottawa, Canadá.

EIA. 2023. Countries with the largest proven natural gas reserves. Energy Information Administration. Official Energy Statistics from the U.S. Government. https://www.eia.gov/

Energy Institute Statistical Review of World Energy. 2025. https://www.energyinst.org/statistical-review.

Facultad de Química, UNAM. 2025. Fotografías de edificios históricos conocidos como Edificios G https://www.google.com/search?q=edificio+historico+tacuba+quimica+unam&sca_esv=1543fb6b43c5b04c&ei=BOgKadzTDuikqtsPltKu-QM&ved=0ahUKEwjc5arWqtqQAxVokmoFHRapKz8Q4dUDCBM&oq=edificio+historico+tacuba+quimica+unam&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiJmVkaWZpY2lvIGhpc3RvcmljbyB0YWN1YmEgcXVpbWljYSB1bmFtMggQABiABBiiBDIIEAAYgAQYogQyBRAAGO8FMggQABiABBiiBDIIEAAYgAQYogRIxk5QmAtYhD5wAXgBkAEAmAGJAaAB6Q-qAQQzLjE2uAEMyAEA-AEBmAIToALsD8ICChAAGLADGNYEGEfCAgYQABgNGB7CAggQABgIGA0YHpgDAIgGAZAGCJIHBDMuMTagB_tIsgcEMi4xNrgH3Q_CBwgwLjEyLjYuMcgHRw&sclient=gws-wiz-serp#lpg=cid:CgIgAQ%3D%3D,ik:CAoSFkNJSE0wb2dLRUlDQWdJQzQ1OURMRHc

FMI. 2026. The top 50 largest economies in 2026 (USD billions). https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-worlds-50-largest-economies-by-gdp-in-2026/

García-Fernández, H. 1985. Historia de una Facultad. Química 1916-1983. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Instituto de Investigaciones Históricas. ISBN 968-837-516-0. Facultad de Quimica, Redacta, S.A., Talleres Odena-Graph, Ciudad de México, México.

Garrido-Asperó, M.J. 1998. Historia de la Enseñanza de la Ingeniería en México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, ISBN 968-36-6917-4. Talleres de la Fundación Roberto Medellín, S.C. Ciudad de México, México.

Garritz-Ruiz, A., Mateos-Gómez, J.L. Editores. 2015. Historia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su primer siglo: 1916-2016. Pub. Facultad de Química, UNAM. ISBN 978-607-07382-7. Ciudad de México, México.

IEA. 2018. The Future of Petrochemicals. International Energy Agency. United States. https://www.iea.org/reports/the-future-of-petrochemicals

IMIQ. 2025. Mesa de Análisis sobre la recuperación y modernización de la producción petroquímica en los Complejos de Cangrejera y Morelos. Instituto Mexicano de Ingenieros(as) Químicos(as). Octubre 21, 2025. https://energía.org.mx

Indicadores petroleros. Julio 2020. https://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Paginas/IndicadoresPetroleros.aspx

INEGI. 2025. Banco de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Levy, S. 2025. Perspectives on Growth and Social Protection in Mexico. Baker Institute on Public Policy, Rice University. October 16, 2025. Estados Unidos.

Lucintel. 2025. Value Chain Analysis of the Basic Petrochemical Market. https://www.lucintel.com/

Manahan, S.E. 1997. Curso de Maestría 'Introducción a la química ambiental'. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

NASA. 2025. Quemas de gas en la zona sur del Golfo de México. https://earthworks.org/blog/testimonio-el-golfo-de-mexico-en-una-encrucijada/

OCE. 2025. Propuestas de mejora para el Sistema Nacional de Refinación. Observatorio Ciudadano de Energía. Octubre 2025. Ciudad de México, México.

Osorio-Bonilla, M. 2023. Presentación de Ingreso a la Academia de Ingeniería México. Mayo 24, 2023. Ciudad de México, México.

Pemex. 2025. Producción de petrolíferos. https://www.pemex.com

Petrochemical Industry Overview. Chemical Economics Handbook. 2020. https://www.spglobal.com/energy/en/products-solutions/chemicals?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=2025_chemicals_global_new_logos_inbound_google_ads&utm_id=701cm000009mYyKAAU&gad_source=1&gad_campaignid=21838330522&gbraid=0AAAADz9Xd5UuQ_BG_LAaPzwJrhitH65N&gclid=CjwKCAiAj8LLBhAkEiwAJjbY72wmA_j3PLuHucx5kE4OjEyEuWLD7XUfvyc9E_dXTKSJMTtVnqoochoCJGwQAvD_BwE

Roque-Félix, J. 2019. Soluciones tecnológicas del I.M.P. para producir petroquímicos. Ponencia presentada en la Convención Nacional del Instituto Mexicano de Ingenieros(as) Químicos(as). Villahermosa, Tabasco, México.

Sener. 2025. Sistema de Información energética, SENER, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Villalobos-Hiriart, A. 2020. Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo. Presidente del Comité Técnico de Petroquímica. Presentado en el Primer Foro Virtual de la Industria Química en México. Instituto Mexicano de Ingenieros(as) Químicos(as). Septiembre de 2020 Ciudad de México, México

Villalobos-Hiriart, A. 2024. Elementos para el futuro de la industria petroquímica de Pemex para el desarrollo de la economía nacional. Presentación en la LXIII Convención Nacional del IMIQ. Octubre 2024.