



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**EL PAPEL DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA  
INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERA QUÍMICA**

**P R E S E N T A**

**LAURA ROCÍO MONTER RODRÍGUEZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

PRESIDENTE: Eduardo Rojo y de Regil

VOCAL: Reynaldo Sandoval González

SECRETARIO: José Antonio Ortiz Ramírez

1er SUPLENTE: Robert Johnson Bundy

2do SUPLENTE: Héctor Marcelino Gómez Velasco

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: Departamento de Ingeniería  
Química

ASESOR DEL TEMA: Dr. Reynaldo Sandoval González

\_\_\_\_\_

SUSTENTANTE: Laura Rocío Monter Rodríguez

\_\_\_\_\_

A Dios gracias por todo lo que me has dado.

Quisiera agradecer a mis papas que siempre han estado conmigo en los momentos más importantes como lo es éste. Saben que no hay una palabra que describa cuanto los quiero y lo feliz que me hace poderles dar un momento más de orgullo.

Ale, después de aguantarme tantas noches sin dormir, ya terminé!! Muchas gracias por todo, sabes que te quiero y que siempre es bueno tener a alguien con quien compartir todo.

A mis abuelitas, Angelita y Julieta, quiero decirles que siempre tendré presente el cariño que me han dado y que siempre tendrán un lugar muy especial en mi corazón y pensamientos.

Mari, gracias por haberme dedicado tu tiempo y tu cariño, me hace feliz poder compartir mis logros contigo.

Gaby y familia, sé que puedo contar con ustedes, al igual que ustedes conmigo y por eso gracias.

Chucho, gracias por tu apoyo incondicional, por estar siempre conmigo y por ser la persona en la que siempre pude confiar. Te quiero mucho.

A mis amigos de la FacQ: Clau, Fer, Haru, Chío, Francisco, Jorge y Ana quiero decirles que son lo máximo por estar conmigo tantos años y los que faltan, mi estancia en la universidad fueron los mejores años gracias a ustedes.

A mis otros amigos: Miriam, Rubén, Pepe, Diego, Angel, Fox y Luc, se los he dicho muchas veces y se los repito, los quiero y gracias por su sincera amistad.

Don Eduardo y Dr. Reynaldo, agradezco de corazón su apoyo y confianza, ha sido un placer y un orgullo colaborar con ustedes.

Agradezco a los que me dieron la oportunidad para empezar mi vida profesional.

Gracias Facultad de Química de Universidad Nacional Autónoma de México, por darme lo mejor durante 5 años.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN EL MUNDO .....	5
CAPÍTULO II	
HISTORIA DE LA PETROQUÍMICA EN MÉXICO.....	9
Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional del Ramo del Petróleo.....	14
Reglamento de Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional del Ramo del Petróleo.....	20
CAPÍTULO III	
SITUACIÓN ACTUAL.....	21
Plantas Petroquímicas.....	30
Pemex Gas y Petroquímica Básica.....	36
CAPÍTULO IV	
OBSTÁCULOS EN LAS CADENAS PRODUCTIVAS.....	39
Cadenas Productivas en la Petroquímica Mexicana.....	42
CAPÍTULO V	
PROYECTO FÉNIX.....	54
CAPÍTULO VI	
ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA.....	60
CAPÍTULO VII	
ACTIVIDADES DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA .....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	77

## **INTRODUCCIÓN**

“Heredada la inquietud, de sus abuelos, los brujos, los químicos del primer cuarto de este siglo, dan cima a la incesante búsqueda de la piedra filosofal de la industria química orgánica y encuentran en el petróleo y sus derivados una infinita riqueza de posibilidades de conversiones químicas. Ahora son cosas comunes convertir los derivados del petróleo en fibras resistentes, alimentos, medicinas, ente otros. El gran hallazgo se bautiza con el nombre de petroquímica”<sup>1</sup>

La transformación de productos químicos como dice el Ing. Abdó antes se pensaba que sólo era posible a través de la magia, ahora podemos ver grandes compañías en todo el mundo que se dedican a esta rama de la industria y que llegan a producir más de 20 millones de toneladas de productos petroquímicos anuales. Los petroquímicos son tan solo los iniciadores de largas cadenas productivas que terminan en productos cuya única finalidad es hacer de nuestra vida cotidiana una vida mejor. Se puede dar un sin fin de ejemplos de estas cadenas, sin embargo en esta ocasión se tomará la cadena del polipropileno. Esta inicia en las plantas de craqueo catalítico de las refinerías con la obtención de propileno o propeno como subproducto, la polimerización del propileno da como resultado el polipropileno, un polímero termoplástico cuyas características permiten la fabricación de objetos resistentes a bajas temperaturas y a altas temperaturas resultado de las microondas. Como se puede observar, la evolución de los materiales ha permitido que cosas no antes pensadas sucedan, hace años no se creía que se pudiera llegar al punto de ebullición del agua en un minuto o que se pudiera lograr la cocción de carne en tan solo veinte, la resistencia del polipropileno permitió el desarrollo del electrodoméstico microondas que hace esto posible, además de una gran variedad de utensilios de cocina que complementan su uso.

Este polímero también ha sido punto de inflexión en el desarrollo de la industria automotriz, con él se fabrican defensas, tableros y demás partes del

---

<sup>1</sup> Abdó, Juan Jr, Conferencia Petroquímica, Sesión Cena del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, 1965.

equipamiento interior de un automóvil reemplazando a una amplia de lista de materiales metálicos que hacían, vehículos pesados y hasta peligrosos, el polipropileno logró disminuir considerablemente el peso logrando que los autos fueran más rápidos, tuvieran una mejor estabilidad y en caso de algún impacto el material absorbía el golpe protegiendo la vida de los pasajeros.

La industria petroquímica es un sector industrial que en países como China genera ganancias de 37,500 millones de dólares, en cambio la petroquímica mexicana tiene un balance negativo de 3,600 millones de dólares. Durante los años 50's y 60's parecía que esta industria mexicana podría ser una de las líderes en el mundo, sin embargo malas decisiones gubernamentales, las modificaciones hechas al artículo 27 Constitucional, a su Ley Reglamentaria y el hecho de que la Secretaría de Hacienda establezca los precios de los productos sin tomar en cuenta los costos de producción y restrinja la inversión a este sector, están poniendo en riesgo la estabilidad y el futuro de esta industria.

La petroquímica mexicana actual tiene un gran número de fortalezas y debilidades:

- Existe en el país una gran disponibilidad de reservas de hidrocarburos y de otras materias primas para impulsar el desarrollo de la industria petroquímica.
- Desde el inicio de la industria petroquímica, se ha desarrollado en nuestro país una amplia infraestructura humana capaz de seleccionar las mejores tecnologías, realizar la ingeniería necesaria para desarrollar los proyectos, suministrar la mayoría de los bienes de capital, construir las instalaciones, poner en marcha, operar y mantener adecuadamente las plantas productivas.
- Se han desarrollado en el país una amplia estructura de centros de educación superior, así como importantes centros de investigación, que pueden coadyuvar en un gran programa de desarrollo de la industria petroquímica nacional.

- La falta de producción y la falta de competitividad, han provocado que el abastecimiento de insumos para el sector privado de la industria, provenga del exterior del país.
- La política gubernamental vigente de los precios de las materias primas, al llevarse al extremo de no tener flexibilidad, han afectado el desempeño de las plantas de operación
- Al no aprobarse la inversión necesaria para efectuar un plan de modernización, en los procesos, equipos y materiales instalados en la planta productiva, prevalece en general, un alto grado de obsolescencia.

Las fortalezas que competen a este trabajo son las de conocer la amplia infraestructura humana con la que cuenta nuestro país en este sector industrial, México tiene una amplia lista de industrias dedicadas a la producción, exportación, importación y comercialización de productos petroquímicos en las cuales la participa del Ingeniero Químico parece indispensable y es gracias al esfuerzo que realiza el Centro Nacional de Información sobre la Carrera de Ingeniería Química es posible obtener esta información.

El Centro, que nació en el año 2000 gracias al apoyo de la Facultad de Química y del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ), tiene el objetivo de recopilar información sobre: índices de titulación, análisis de los planes de estudio, oferta y demanda de Ingenieros Químicos en México, análisis de los procesos de enseñanza aprendizaje en distintos campos de la carrera, evolución profesional de alumnos egresados y participación de los Ingenieros Químicos en otras áreas de la industria.

EL proyecto del Centro Nacional de Información sobre la Carrera de Ingeniería Química fue asignado a la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de la UNAM, que bajo la dirección del Dr. Reynaldo Sandoval González y con la colaboración del Ing. Eduardo Rojo y de Regil, dirigen tesis de licenciatura para el cumplimiento de sus propósitos.

El objetivo fundamental del presente trabajo es conocer la participación de los Ingenieros Químicos en la Industria Petroquímica Mexicana, a través del cual



se podrán identificar las áreas en las que exista una evidente falta de profesionistas capaces.

## CAPÍTULO I

### **DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN EL MUNDO**

La petroquímica es una rama de actividad productiva que abarca los establecimientos dedicados a la producción de sustancias químicas básicas derivadas del gas natural, el petróleo y el carbón, por lo general el término no comprende los combustibles, lubricantes, ceras ni asfaltos. “Así por ejemplo, el benceno, el metanol y el acetileno se pueden producir a partir del carbón de hulla. El glicerol se obtiene de las grasas, el etanol por fermentación de la caña de azúcar, el azufre de los depósitos minerales. Sin embargo, todos ellos también se producen a partir del petróleo y en grandes volúmenes”<sup>1</sup>

La historia de la industria petrolera ha jugado un papel muy importante en la historia del mundo y de su economía; a partir del descubrimiento del petróleo como fuente de combustible surgió la industria de la refinación y química y a partir de estas dos nació la petroquímica. Todo comenzó a finales del siglo XVIII con el paso de una economía de agricultura y artesanía a una caracterizada por la industrialización y mecanización, a este periodo histórico se le conoció como la Revolución Industrial. Esta nueva forma de vida convirtió los pequeños asentamientos en ciudades con grandes fábricas que requerían iluminación, calefacción y combustible para las máquinas; estas nuevas necesidades impulsaron la búsqueda de alternativas a los combustibles existentes en esa época. El aceite de ballena era utilizado como combustible para las lámparas sin embargo, éste empezó a ser muy caro debido a la gran demanda que tenía y a la naciente escasez de los mamíferos por lo que era exclusivo para la gente adinerada. También se empezó a explotar el carbón en lugar de la madera ya que toda la maquinaria de las industrias y los nuevos medios de transporte, barcos y trenes, se movían a base de vapor.

Para resolver estos problemas, se sustituyó el aceite animal por keroseno. Este combustible fue introducido a Europa por los norteamericanos, quienes al observar la problemática del aceite de ballena desarrollaron un combustible

---

<sup>1</sup> Chow Susana, *Petroquímica y Sociedad*, Fondo de Cultura Económica, 1987, p.p. 56- 57.

que se adecuara a las necesidades de la sociedad. El precio del aceite animal continuó subiendo por lo que los Estados Unidos de América tuvieron la oportunidad de explotar su descubrimiento, el éxito fue tal que se patentó como “keroseno” en 1859. Este “boom” en el mercado de combustibles se debió a que años antes se habían descubierto prolíferos pozos petroleros en el lado este del país. La prominente industria petrolera desencadenó la creación de pequeñas industrias a el oriente de los Estados Unidos de América, entre las importantes: Pennsylvania Rock Company que más tarde se convirtió en Seneca Oil Company y la Standard Oil Company comanda por el legendario empresario John D. Rockefeller.

Rockefeller fue un empresario estadounidense quien jugó un papel importante en la industria petrolera con la fundación de la Standard Oil (Exxon Mobil). En un período de más de cuarenta años, Rockefeller llevó a la Standard Oil a ser la más grande compañía del mundo, y fue por mucho tiempo el hombre más adinerado del mundo. Su carrera empresarial fue controvertida; fue acusado de practicar Monopolio y fue atacado por periodistas investigadores. Fue reconocido por sus muchas actividades filantrópicas.

El keroseno se descubrió a partir del calentamiento del petróleo crudo, en otras palabras una destilación muy rudimentaria. En este proceso se obtenían algunas fracciones de gasolina pero para ese tiempo era un subproducto no deseado y era desechado. Este fue el inicio de la industria de la refinación en el mundo.

Una de las industrias que tuvo mayor crecimiento durante la Revolución Industrial fue la textil, el uso de fibras naturales, maquinaria y sobre todo tintas para teñir dejaron ver los principios de la industria petroquímica. “En 1865, en la ciudad alemana de Mannheim, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG (BASF), fue fundada por Friedrich Engelhorn para producir tintes de alquitrán de carbón y derivados, posicionándose en poco tiempo, en los primeros lugares de ventas dentro del mercado mundial en lo que a tintes se refiere. La demanda de tintes fue cada vez mayor, debido a la elevada tasa de crecimiento de la población y

a la modernización de las industrias textiles.”<sup>2</sup> Otra de las empresas que surgió durante este tiempo fue Friedr. Bayer et comp (Bayer), empresa también alemana que incursionó en el mercado junto con BASF en la producción de tintes textiles sintéticos. Este sector industrial se pudo desarrollar gracias a los altos costos de producción de tintes naturales y el descubrimiento de nuevas formas de obtener las materias.

A principios del siglo XX, y poco antes de la Primera Guerra Mundial apareció uno de los más grandes inventos, el automóvil. Dicha invención reformó la manera de aprovechar el petróleo, para hacerlo funcionar se requería de aquel desecho industrial conocido como gasolina. Los investigadores americanos se dieron cuenta que obteniendo únicamente este producto no se aprovechaba toda la alimentación de crudo por lo que se implementó el “*cracking*”<sup>3</sup> catalítico. Con esto, la refinación inició su florecimiento y aquel burdo proceso de calentamiento se transformó en un imperio que actualmente mueve el mundo.

Durante esta época se crearon las primeras plantas de síntesis de amoníaco, la primera se construyó en la ciudad de Oppau<sup>4</sup>. La producción de amoníaco en grandes cantidades abrió las puertas al desarrollo de nuevas industrias como lo son explosivos y fertilizantes. Con la producción en masa de derivados del petróleo se dieron los brotes de otra industria, en los 30’s Bayer desarrolló uno de los plásticos más importantes los poliuretanos.

La Segunda Guerra Mundial estalló y durante este tiempo se desarrollaron cientos de nuevos polímeros ya que la investigación científica fue una de las prioridades del gobierno alemán, por esta razón la fabricación de materias primas como: etano, butano, compuestos cíclicos y aromáticos y demás hidrocarburos fueron primordiales. Al término de la guerra se habían construido ya las bases para una nueva era, la era del plástico cuyo auge fue en la década de los 50’s. Junto con el plástico se desarrollaron industrias como los fertilizantes, insecticidas, pinturas y telas.

---

<sup>2</sup> BASF Venezolana S.A., [http://www.basf-venezolana.com.ve/historia\\_gb.asp](http://www.basf-venezolana.com.ve/historia_gb.asp), 2004.

<sup>3</sup> consiste en romper o descomponer hidrocarburos de elevado peso molecular en compuestos de menor peso molecular

<sup>4</sup> ciudad de Alemania

“Más tarde, se crearon otros productos como el nylon, el dodecibenceno con el que se obtienen los detergentes domésticos, el polietileno que sustituye con ventajas técnicas y económicas a varios usos del papel, de la madera y de otros productos tradicionales. Las fibras químicas como nylon, poliéster y acrílicas tienen ventajas sobre el algodón y la lana.”<sup>5</sup>

Los avances tecnológicos en la industria de refinación han influenciado a la industria petroquímica, las mejoras en materias primas dan como consecuencia menores precios y mayor calidad en la petroquímica mundial.

---

<sup>5</sup> Montaña. A., *Integración de la Petroquímica en México*, Ed. UNAM, 1992,p.10

## CAPÍTULO II

### HISTORIA DE LA PETROQUÍMICA EN MÉXICO

México es un país privilegiado por ser uno de los principales productores de petróleo, actualmente su riqueza es muy grande pero no es comparable con lo que era antes. La abundancia de este líquido en territorio mexicano era tal, que no se requerían hacer excavaciones para poder obtenerlo. En la época prehispánica, los indígenas ya lo conocían y lo llamaban *chapopotli*, con el paso del tiempo y la influencia del idioma español esta palabra se transformó a chapopote, los mantos que se encontraban a ras del piso se le conocieron como chapopoterías. Durante muchos años este producto no fue visto más que como una brea pegajosa la cual no tenía gran utilidad, hasta que en el mundo se descubrió la lámpara de queroseno a mediados del siglo XIX. La fiebre por el oro negro se esparció por todo el globo y los ambiciosos empresarios norteamericanos e ingleses pusieron sus ojos en los mantos que se encontraban a todo lo largo de la costa del Golfo de México.

El gobierno mexicano dio todo tipo de concesiones a extranjeros para poder extraer el petróleo, éstos se instalaron en la costa veracruzana y construyeron las primeras refinerías para la obtención de queroseno, la primera fue “La Constancia”. El General Porfirio Díaz llegó al poder y su política de condescendencia a los extranjeros permitió que explotaran y exportaran del país tan preciado tesoro sin tener que pagar ningún tipo de impuesto. Compañías como la Water Pierce Oil Company subsidiaria de Standard Oil y Royal Dutch Shell llegaron al país.

En 1901 se creó la Ley del Petróleo con la cual se pretendía impulsar la actividad petrolera, otorgando amplias facilidades a los inversionistas extranjeros:

- Exportar, libres de toda clase de impuesto, los productos naturales, refinados o elaborados procedentes de las operaciones.

- Importar exentos de derechos por una sola vez, la maquinaria y accesorios necesarios para las explotaciones.
- El capital invertido estaría libre de impuestos federales por diez años, salvo el del timbre; misma exención gozarían todos los productos derivados de la explotación, siempre y cuando no pasaran a manos de terceras personas.
- Los concesionarios tendrían el derecho de adquirir terrenos nacionales o de expropiar tierras de propiedad privada, y también, si fuera necesario, montar tuberías para conducir los productos del petróleo a través de los lotes particulares, con el fin de facilitar su venta.
- Los descubridores de depósitos, fuentes de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno que rindieran al menos 2 mil litros cada 24 horas, gozarían de exclusividad en la exploración y explotación del área circundante a las reservas hasta una distancia que variaría en proporción al capital invertido para iniciar labores productivas.<sup>1</sup>

La exportación desmedida del crudo mexicano se dio durante todo el Porfiriato, haciendo a mucha gente muy rica, entre ellos al pionero Doheny<sup>2</sup> quien hizo una gran fortuna en Tampico creando empresas como Mexican Petroleum of California una de las más prolíferas de ese tiempo; el ingeniero inglés Lord Cowdray<sup>3</sup> quien había llegado a México para la construcción de líneas ferroviarias como representante de la compañía S. Pearson & Son. En el transcurso de la construcción de las líneas de trenes, Lord Cowdray se topó con una mina de oro negro, el pozo Dos Bocas y el Juan Casiano que dio origen a la Compañía Mexicana de Petróleo el Águila. Las compañías petroleras operaban de tal manera que llegaban al abuso extremo, ya que se valían de cualquier medio para apropiarse de tierras y caminos que sirvieran a sus fines. Con la creciente adquisición y explotación de tierras se constituyó la Faja de Oro, zona que abarcaba desde el norte de Veracruz hasta el sur de Tamaulipas que contaba con cerca de 20 pozos petroleros.

El espíritu nacionalista llegó con la Revolución Mexicana, Francisco I. Madero llegó al poder y “el 3 de junio de 1912, promulgó un decreto para

---

<sup>1</sup> Kaplan, M, Revolución tecnológica y Estado de derecho, Ed. UNAM Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1993, p. 116-117

<sup>2</sup> Edward Laurence Doheny (1856-1935) empresario de E.U.A.

<sup>3</sup> Weetman Dickinson Pearson (1856-1927)

establecer un impuesto especial del timbre sobre la producción petrolera y, posteriormente, ordenó que se efectuará un registro de las compañías que operaban en el país, las cuales controlaban el 95 por ciento del negocio.”<sup>4</sup> Lo cual trajo un gran descontento entre las empresas extranjeras, sin embargo debido a la inestabilidad que apremiaba al país, estas compañías lograron permanecer exentas del pago de impuestos hasta que Venustiano Carranza logró promulgar la Constitución de 1917 donde establece la propiedad de los recursos naturales en el art. 27:

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

Corresponde a la nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrogeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el derecho internacional...<sup>5</sup>

Carranza intentó recuperar por este medio la industria petrolera mas no contaba que ésta había llegado a ser la segunda más importante del mundo por lo que las empresas no la iban a dejar ir tan fácilmente. México alcanzó producciones de 193 millones de barriles, dejando utilidades gigantescas a los petroleros, razón suficiente por lo que las compañías mostraban renuencia a pagar impuestos o a ser despojados de los territorios. Los conflictos crecieron conforme se iban descubriendo nuevas fuentes de petróleo, como fue el caso de los yacimientos de Poza Rica en 1930 hallazgo hecho por Shell.

---

<sup>4</sup> Portal Pemex Gas y Petroquímica Básica, <http://www.pemex.com>.

<sup>5</sup> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Título Primero, Art 27



La inconformidad de los trabajadores no se hizo esperar más, por lo que estallaron huelgas en compañías como El Águila y La Huasteca exigiendo mejores condiciones de trabajo y el reconocimiento del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana<sup>6</sup>. El sindicato redactó el "Contrato Colectivo de Aplicación General" para todas las empresas petroleras, donde se estipulaban las peticiones de los trabajadores sin embargo éste fue rechazado por lo que nuevas huelgas estallaron paralizando la vida económica del país. La Junta de Conciliación y Arbitraje declaró válida la huelga y analizó la situación de las compañías dictaminado que sí podían cumplir con las demandas de los trabajadores. Las empresas inconformes con el veredicto, aseguraron que el juicio había sido parcial y se había inclinado a favor del entonces Presidente de la República, Gral. Lázaro Cárdenas. Los conflictos entre los patrones y los trabajadores empezaban a tener repercusiones en el país, empezó a haber una escasez de combustible y no se podía proveer la suficiente energía eléctrica. El desacato de las petroleras y la emergente inestabilidad económica llevaron al presidente Cárdenas a que el 18 de marzo de 1938 decretara la expropiación petrolera, "no únicamente con el fin de someter a las empresas petroleras al fallo del Tribunal Supremo, sino también a la ruptura de los contratos colectivos de trabajo presentados por el sindicato. El gobierno ocuparía las instalaciones de las compañías para evitar la paralización de la industria nacional del petróleo." <sup>7</sup> Se expropiaron 17 empresas petroleras extranjeras que operaban en el país:

- Compañía Mexicana de Petróleo El Águila, (London Trust Oil-Shell)
- Mexican Petroleum Company of California (Chevron-Texaco) con sus tres subsidiarias: Huasteca Petroleum Company, Tamiagua Petroleum Company, Tuxpan Petroleum Company;
- Pierce Oil Company, subsidiaria de Standard Oil Company (Exxon-Mobil)
- Californian Standard Oil Co. de México
- Compañía Petrolera Agwi, SA.
- Penn Mex Fuel Oil Company (Penzoil)

---

<sup>6</sup> Formado el 16 de agosto de 1935

<sup>7</sup> Kaplan, M, *op. cit.*, p. 134

- Stanford y Compañía Sucrs. Richmond Petroleum Company of Mexico (ARCO)
- Compañía Exploradora de Petróleo la Imperial SA.
- Compañía de Gas y Combustible Imperio
- Mexican Sinclair Petroleum Corporation (Sinclair Oil)
- Consolidated Oil Companies of México SA
- Sabalo Transportation Company
- Mexican Gulf Petroleum Company (luego llamada Gulf)

A partir de la toma de las instalaciones de estas compañías se crea el 7 de junio de 1938 Petróleos Mexicanos (PEMEX) para administrar la industria petrolera que desde entonces se decretó que únicamente podía ser explotada por el Estado Mexicano. Con la nueva industria mexicana nació el primer complejo petroquímico Poza Rica, Veracruz inició actividades en 1951, cuya función era endulzar el petróleo que consiste en eliminar el azufre que contiene el crudo, obteniendo azufre puro. Derivado también de la expropiación petrolera, vino la prohibición de exportar a México tetraetilo de plomo (antidetonante esencial para los motores de combustión interna), por tal razón, se construyó la denominada planta C1 para fabricar este producto. La planta se localizaba en los terrenos que hoy ocupa el Instituto Mexicano del Petróleo.

De ahí en adelante se empezaron a surgir las plantas petroquímicas:

- Ciudad Madero, Tamaulipas (1962)
- Cosoleacaque, Veracruz (1962)
- Minatitlán, Veracruz (1964)
- Reynosa, Tamaulipas (1966)
- La Venta, Tabasco (1967)
- Camargo, Chihuahua (1967)
- Pajaritos, Veracruz (1968)
- Salamanca, Guanajuato (1969)
- Texmelucan, Puebla (1969)
- Cactus, Chiapas (1974)
- Tula, Hidalgo (1978)
- Matapionche, Veracruz (1981)
- Ciudad PEMEX, Tabasco (1981)
- La Cangrejera, Veracruz (1981)
- Salina Cruz, Oaxaca (1983)
- Cadereyta, Nuevo León (1985)
- Nuevo PEMEX, Tabasco (1985)

- Morelos, Veracruz (1989)

Las ganancias obtenidas por el petróleo eran tales que se requirió de una legislación clara, que no diera pie a la explotación inadecuada de los recursos naturales de los mexicanos por lo que se creó una serie de leyes y reglamentos que regulan esta materia:

- Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.
- Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
- Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo.

### **LEY REGLAMENTARIA DEL ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETRÓLEO**

Esta ley fue promulgada por el Presidente Adolfo Ruiz Cortines en 1958 con el fin de definir el marco jurídico del desarrollo petroquímico nacional.

**ARTICULO 1o.-** Corresponde a la Nación el dominio directo, inalienable e imprescriptible de todos los carburos de hidrógeno que se encuentren en el territorio nacional -incluida la plataforma continental- en mantos o yacimientos, cualquiera que sea su estado físico, incluyendo los estados intermedios, y que componen el aceite mineral crudo, lo acompañan o se derivan de él.

**ARTICULO 2o.-** Sólo la Nación podrá llevar a cabo las distintas explotaciones de los hidrocarburos, que constituyen la industria petrolera en los términos del artículo siguiente. En esta Ley se comprende con la palabra petróleo a todos los hidrocarburos naturales a que se refiere el artículo 1o.

**ARTICULO 3o.-** La industria petrolera abarca:

**I.** La exploración, la explotación, la refinación, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano del petróleo y los productos que se obtengan de su refinación;

**II.** La exploración, la explotación, la elaboración y las ventas de primera mano del gas, así como el transporte y el almacenamiento indispensables y necesarios para interconectar su explotación y elaboración, y

**III.** La elaboración, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano de aquellos derivados del petróleo y del gas que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas y que constituyen petroquímicos básicos, que a continuación se enumeran:

1. Etano;
2. Propano;
3. Butanos;
4. Pentanos;
5. Hexano;
6. Heptano;

7. Materia prima para negro de humo;

8. Naftas; y

9. Metano, cuando provenga de carburos de hidrógeno, obtenidos de yacimientos ubicados en el territorio nacional y se utilice como materia prima en procesos industriales petroquímicos.

*Fracción reformada DOF 13-11-1996*

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 4o.-** La Nación llevará a cabo la exploración y la explotación del petróleo y las demás actividades a que se refiere el artículo 3o., que se consideran estratégicas en los términos del artículo 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por conducto de Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios.

Salvo lo dispuesto en el artículo 3o., el transporte, el almacenamiento y la distribución de gas podrán ser llevados a cabo, previo permiso, por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar y ser propietarios de ductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de regulación que se expidan.

El transporte, el almacenamiento y la distribución de gas metano, queda incluida en las actividades y con el régimen a que se refiere el párrafo anterior.

*Párrafo adicionado DOF 13-11-1996*

Cuando en la elaboración de productos petroquímicos distintos a los básicos enumerados en la fracción III del artículo 3o. de esta Ley se obtengan, como subproductos, petrolíferos o petroquímicos básicos, éstos podrán ser aprovechados en el proceso productivo dentro de las plantas de una misma unidad o complejo, o bien ser entregados a Petróleos Mexicanos o a sus organismos subsidiarios, bajo contrato y en los términos de las disposiciones administrativas que la Secretaría de Energía expida.

*Párrafo adicionado DOF 13-11-1996*

Las empresas que se encuentren en el supuesto a que se refiere el párrafo anterior tendrán la obligación de dar aviso a la Secretaría de Energía, la cual tendrá la facultad de verificar el cumplimiento de las citadas disposiciones administrativas y, en su caso, imponer las sanciones a que se refiere el artículo 15 de esta Ley.

*Párrafo adicionado DOF 13-11-1996*

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 5o.-** La Secretaría de Energía asignará a Petróleos Mexicanos los terrenos que esta institución le solicite o que el Ejecutivo Federal considere conveniente asignarle para fines de exploración y explotación petroleras.

El Reglamento de esta Ley establecerá los casos en que la Secretaría de Energía podrá rehusar o cancelar las asignaciones.

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 6o.-** Petróleos Mexicanos podrá celebrar con personas físicas o morales los contratos de obras y de prestación de servicios que la mejor realización de sus actividades requiere. Las remuneraciones que en dichos contratos se establezcan, serán siempre en efectivo y en ningún caso concederán por los servicios que se presten o las obras que se ejecuten, porcentajes en los productos, ni participación en los resultados de las explotaciones.

Petróleos Mexicanos, los organismos subsidiarios y sus empresas podrán cogenerar energía eléctrica y vender sus excedentes a Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro, mediante convenios con las entidades mencionadas.

*Párrafo adicionado DOF 12-01-2006*

En el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación, se someterán a discusión, análisis, aprobación y modificación de la Cámara de Diputados los recursos destinados a los proyectos de cogeneración de electricidad que Petróleos Mexicanos, los organismos subsidiarios y sus empresas propongan ejecutar, los recursos y esquemas de inversión pública con los que se pretendan llevar a cabo dichas obras, así como la adquisición de los excedentes por parte de las entidades.

*Párrafo adicionado DOF 12-01-2006*

**ARTICULO 7o.-** El reconocimiento y la exploración superficial de los terrenos para investigar sus posibilidades petrolíferas, requerirán únicamente permiso de la Secretaría de Energía. Si hubiere oposición del propietario o poseedor cuando los terrenos sean particulares, o de los representantes legales de los ejidos o comunidades, cuando los terrenos estén afectados al régimen ejidal o comunal, la Secretaría de Energía, oyendo a las partes, concederá el permiso mediante reconocimiento que haga Petróleos Mexicanos de la obligación de indemnizar a los afectados por los daños y perjuicios que pudieren causarle de acuerdo con el peritaje que la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales practique dentro de un plazo que no excederá de seis meses, pudiendo entregar Petróleos Mexicanos un anticipo, en consulta con la propia Comisión. El resto del pago será finiquitado una vez concluido el peritaje.

*Artículo reformado DOF 30-12-1977, 11-05-1995*

**ARTICULO 8o.-** El Ejecutivo Federal establecerá zonas de reservas petroleras en terrenos que por sus posibilidades petrolíferas así lo ameriten, con la finalidad de garantizar el abastecimiento futuro del país. La incorporación de terrenos a las reservas y su desincorporación de las mismas, serán hechas por decreto presidencial, fundado en los dictámenes técnicos respectivos.

**ARTICULO 9o.-** La industria petrolera y las actividades a que se refiere el artículo 4o., segundo párrafo, son de la exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación que las rijan.

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 10.-** La industria petrolera es de utilidad pública, preferente sobre cualquier aprovechamiento de la superficie y del subsuelo de los terrenos, incluso sobre la tenencia de los ejidos o comunidades y procederá la ocupación provisional, la definitiva o la expropiación de los mismos, mediante la indemnización legal, en todos los casos en que lo requieran la Nación o su industria petrolera.

Son de utilidad pública las actividades de construcción de ductos. Petróleos Mexicanos, sus organismos subsidiarios y las empresas de los sectores social y privado estarán obligados a prestar a terceros el servicio de transporte y distribución de gas por medio de ductos, en los términos y condiciones que establezcan las disposiciones reglamentarias.

*Artículo reformado DOF 30-12-1977, 11-05-1995*

**ARTICULO 11.-** El Ejecutivo Federal dictará las disposiciones relacionadas con la vigilancia de los trabajos petroleros y las normas técnicas a que deberá estar sujeta la explotación.

**ARTICULO 12.-** En lo no previsto por esta ley, se consideran mercantiles los actos de la industria petrolera y las actividades a las que se refiere el artículo 4o., segundo párrafo, que se regirán por el Código de Comercio y, de modo supletorio, por las disposiciones del Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal.

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 13.-** Los interesados en obtener los permisos a que se refiere el párrafo segundo del artículo 4o. de esta Ley, deberán presentar solicitud a la Secretaría de Energía que contendrá: el nombre y domicilio del solicitante, los servicios que desea prestar, las especificaciones técnicas del proyecto, los programas y compromisos de inversión y, en su caso, la documentación que acredite su capacidad financiera.

La cesión de los permisos podrá realizarse, previa autorización de la Secretaría de Energía y siempre que el cesionario reúna los requisitos para ser titular y se comprometa a cumplir en sus términos las obligaciones previstas en dichos permisos. En ningún caso se podrá ceder, gravar o enajenar el permiso, los derechos en él conferidos o los bienes afectos a los mismos, a gobierno o estado extranjero.

Los permisos podrán revocarse por cualquiera de las causas siguientes:

- I. No ejercer los derechos conferidos durante el plazo establecido en el permiso;
- II. Interrumpir sin causa justificada y autorización de la Secretaría de Energía los servicios objeto del permiso;
- III. Realizar prácticas discriminatorias en perjuicio de los usuarios, y violar los precios y tarifas que, en su caso, llegare a fijar la autoridad competente;
- IV. Ceder, gravar o transferir los permisos en contravención a lo dispuesto en esta Ley,
- V. No cumplir con las normas oficiales mexicanas, así como con las condiciones establecidas en el permiso.

Los permisionarios están obligados a permitir el acceso a sus instalaciones a los verificadores de la Secretaría de Energía, así como a proporcionar a ésta toda la información que le sea requerida para comprobar el cumplimiento de las obligaciones a su cargo.

*Artículo reformado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 14.-** La regulación de las actividades a que se refiere el artículo 4o., segundo párrafo, y de las ventas de primera mano de gas tendrá por objeto asegurar su suministro eficiente y comprenderá:

I. Los términos y condiciones para:

- a) El otorgamiento, la transferencia y la revocación por incumplimiento de los permisos;
- b) Las ventas de primera mano;
- c) La prestación de servicios de transporte, almacenamiento y distribución;
- d) El acceso no discriminatorio y en condiciones competitivas a los servicios de transporte, almacenamiento y distribución por medio de ductos, y
- e) La presentación de información suficiente y adecuada para fines de regulación;

- II. La determinación de los precios y tarifas aplicables, cuando no existan condiciones de competencia efectiva, a juicio de la Comisión Federal de Competencia. Los sectores social y privado podrán solicitar a la mencionada Comisión que se declare la existencia de condiciones competitivas;
- III. El procedimiento de consulta pública para la definición de criterios de regulación, en su caso;
- IV. La inspección y vigilancia del cumplimiento de las condiciones establecidas en los permisos y de las normas oficiales mexicanas aplicables;
- V. Los procedimientos de conciliación y arbitraje para resolver las controversias sobre la interpretación y el cumplimiento de contratos, y el procedimiento para impugnar la negativa a celebrarlos, y
- VI. Los demás instrumentos de regulación que establezcan las disposiciones aplicables.

*Artículo adicionado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 15.-** Las infracciones a esta ley y a sus disposiciones reglamentarias podrán ser sancionadas con multas de 1,000 a 100,000 veces el importe del salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en la fecha en que se incurra en la falta, a juicio de la autoridad competente, tomando en cuenta la importancia de la falta.

En caso de infracción a lo dispuesto por los párrafos cuarto y quinto del artículo 4o. de esta Ley, sin perjuicio de las sanciones previstas en el párrafo anterior, el infractor perderá en favor de Petróleos Mexicanos los subproductos petrolíferos o petroquímicos básicos obtenidos.

*Párrafo adicionado DOF 13-11-1996*

Para aplicar este artículo, se seguirá el procedimiento previsto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

*Párrafo adicionado DOF 13-11-1996*

*Artículo adicionado DOF 11-05-1995*

**ARTICULO 16.-** La aplicación de esta ley corresponde a la Secretaría de Energía, con la participación que esté a cargo de la Comisión Reguladora de Energía, en términos de las disposiciones reglamentarias.

*Artículo adicionado DOF 11-05-1995*

Uno de los artículos más importantes de esta ley es el 3° ya que en él se define una clasificación de petroquímica que únicamente existe en México, petroquímica básica y petroquímica secundaria. La petroquímica básica comprende el listado citado en el artículo antes mencionado, éste ha sido modificado y se han ido acortando los petroquímicos básicos, en 1986 se redujeron a 36, en 1989 se decretaron 20 y en 1992 tan solo quedaron 13. Todos los productos que se produzcan fuera de estos trece mencionados en el art. 3 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo se consideran parte de la petroquímica secundaria.

## **REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETROLEO**

Este reglamento fue promulgado por Adolfo López Mateos, en 1959.

**CAPITULO I** Disposiciones Preliminares

**CAPITULO II** Exploración y Explotación

**CAPITULO III** Reconocimiento y Exploración Superficial de Terrenos

**CAPITULO IV** Tramitación para las Asignaciones

**CAPITULO V** Derechos y Obligaciones que Derivan de las Asignaciones

**CAPITULO VI** Negación y Cancelación de Asignaciones

**CAPITULO VII** Refinación

Artículo 23. La refinación petrolera comprende los procesos industriales que convierten los hidrocarburos naturales en cualquiera de los siguientes productos básicos genéricos: combustibles líquidos o gaseosos, lubricantes, grasas, parafinas, asfaltos y solventes, y en los subproductos que generen dichos procesos.

Artículo 24. Sólo la Nación puede llevar a cabo operaciones de refinación petrolera, por conducto de Petróleos Mexicanos, ya sea que se refinén hidrocarburos de origen nacional, extranjero o mezcla de ambos, tanto para consumo nacional, como para exportación de los derivados. Cuando los hidrocarburos de origen extranjero sean propiedad de terceros, la refinación la podrá hacer Petróleos Mexicanos, pero sólo para la subsecuente exportación de los productos.

**CAPITULO VIII** Petroquímica

Este Capítulo quedó derogado por virtud del Reglamento de la Ley Reglamentada del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, en Materia de Petroquímica, publicado en el Diario Oficial de la Federación, 9 de febrero de 1971.

**CAPITULO IX** Transporte, Almacenamiento y Distribución

**CAPITULO X** Ocupación Temporal y Expropiación de Terrenos

**CAPITULO XI** Vigilancia de los Trabajos Petroleros

**CAPITULO XII** Registro Petrolero

**CAPITULO XIII** Sanciones

**CAPITULO XIV** Disposiciones Generales



## **CAPÍTULO III**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

En 1992, buscando aumentar la competitividad y eficiencia, el gobierno de Carlos Salinas de Gortari impulsó la creación de la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. “PEMEX fue reestructurada en cuatro corporativos autónomos que realizan las funciones básicas de la compañía: PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica, y PEMEX Petroquímica. Así mismo, se creó PMI Comercio Internacional, subsidiaria responsable de las compras y ventas al exterior. La coordinación está a cargo del Corporativo de PEMEX, que supervisa y es corresponsable de las operaciones de las distintas entidades donde cada una cuenta con organismos internos de control.”<sup>1</sup>

Actualmente, Pemex Petroquímica tiene el compromiso de elaborar, comercializar y distribuir productos para satisfacer la demanda del mercado a través de sus empresas filiales y centros de trabajo. Su actividad fundamental son los procesos petroquímicos no básicos derivados de la primera transformación del gas natural, metano, etano, propano y naftas de Petróleos Mexicanos. Pemex Petroquímica guarda una estrecha relación comercial con empresas privadas nacionales dedicadas a la elaboración de fertilizantes, plásticos, fibras y hules sintéticos, fármacos, refrigerantes y aditivos.

Pemex Petroquímica cuenta con una capacidad instalada de 13.2 millones de toneladas de productos petroquímicos por año, el Complejo Petroquímico Independencia y las siete Empresas Filiales de Pemex Petroquímica. La producción petroquímica nacional se puede dividir en 3 grandes grupos: aromáticos, polímeros y químicos.

---

<sup>1</sup> Quiroz, J.C, RECURSOS NATURALES E INGRESOS FISCALES EN MÉXICO: Retos presupuestarios y sector energético, Ed. Mono comunicaciones, 1987, p 36.

## AROMÁTICOS

Los aromáticos y disolventes se elaboran en el Centro Productor Cangrejera. Están dirigidos al mercado de las pinturas y los disolventes, pegamentos, impermeabilizantes, texturizados, recubrimientos, selladores, adhesivos, adelgazadores y emulsiones para el mantenimiento de instalaciones industriales y residenciales así como al sector automotriz.

-**Aromina 100**: Es un líquido incoloro de la familia de los aromáticos. Se emplea en la industria de pinturas y en la textil, en la limpieza de prendas de poliéster, en serigrafía y como vehículo en insecticidas y herbicidas.

- **Benceno**: Líquido incoloro, no polar, de olor característico agradable, sus vapores se queman con alta emisión de humo, forma mezclas explosivas con el aire, es tóxico por ingestión, inhalación y absorción por la piel, es poco soluble en agua.

Se utiliza en la fabricación de etilbenceno (para monómero de estireno), fenol, ciclohexano (para nylon 6), dodecilbenceno, dicloro difenil tricloroetano (DDT), nitrobenzono (para anilina), cumeno, hexaclorobenceno, en la producción de resinas, desinfectantes y removedores de pintura.

- **Estireno**: Líquido incoloro, transparente, olor dulce y apariencia aceitosa, insoluble en agua; soluble en alcohol y éter. Con él se fabrican fibras, láminas de fibra de vidrio, poliestireno cristal., poliestireno expandible, poliestireno de impacto, resinas poliéster, sistemas de aislamiento y tabletas electrónicas. Fácilmente polimeriza para formar poliestireno.

- **Flux OIL Alquitrán de Estireno**: Sustancia color negro, viscosa, flamable, es usado como aditivo.

- **Gas Nafta**: Es un solvente incoloro, se emplea como agente de limpieza en litografía, como desmanchador en tintorerías, como diluyente de aceites lubricantes y solvente de pinturas y recubrimientos.

- **Isohexano**: Es un líquido incoloro alterno al hexano, con bajo contenido de benceno. Se utiliza en la producción de alcohol desnaturalizado, diluyente en

pinturas, en la elaboración de *"thinners"* y como materia prima para síntesis orgánicas.

- **Xileno**: Líquido incoloro, formado por la mezcla de los isómeros, orto, meta y paraxileno, inflamable; de olor aromático, insoluble en agua, soluble en alcohol y éter. Se usa en la elaboración de cosméticos y secantes, esmaltes, lacas, en la síntesis de químicos orgánicos y como solvente de resinas alquidálicas.

- **Ortoxileno** : Incoloro, no corrosivo, insoluble en agua, aroma dulce. Con él se produce Policloruro de Vinilo (PVC) flexible ( tuberías, revestimientos, cables, aplicaciones de uso médico ).

- **Paraxileno**: Líquido incoloro, inflamable, olor aromático, insoluble en agua.

Se usa en la producción de poliéster: botellas de Polietilentereftalato (PET), fibras para ropa y tapizado, material deportivo y películas de video.

- **SOLCAN I-20**: Es una mezcla de tolueno y xileno, líquido claro y libre de sedimentos. Se usa en la elaboración de *"thinners"* y en la industria de pinturas.

- **Tolueno**: Líquido incoloro, olor aromático agradable. Soluble en alcohol, benceno y éter, insoluble en agua, inflamable, tóxico por ingestión, inhalación y absorción por la piel. Es empleado en la gasolina de aviación y para mezclas de alto octano; como solvente de pinturas y recubrimientos, en gomas, resinas, aceites, hule; como disolventes y thinner en lacas de nitrocelulosa y como intermediario químico en los procesos de ácido benzoico, sacarina, medicinas, perfumes y explosivos (TNT).

## **POLÍMEROS**

En Pemex Petroquímica se elaboran 3 tipos de resinas: Polietileno de Baja Densidad, Polietileno de Baja Densidad Lineal y Polietileno de Alta Densidad.

El polietileno de Baja Densidad se utiliza principalmente para hacer bolsas (para empaques de productos de todo tipo), para elaborar rollos para envolver carne, fármacos y otros.

El Polietileno de Alta Densidad se utiliza para elaborar infinidad de artículos plásticos para uso doméstico, automotriz y juguetes.

## **QUÍMICOS**

En este grupo están incluidos los productos derivados del gas natural, tales como el Amoníaco, el Metanol y los derivados del Etileno (Óxido de Etileno, Monoetilenglicol, Dietilenglicol y Acetaldehído). Estos son productos que se elaboran en los Complejos Petroquímicos de Cangrejera y Morelos. Cabe señalar que el Etileno es el componente más importante de las cadenas petroquímicas.

El estireno es un producto que se obtiene en el Complejo Petroquímico Cangrejera y es utilizado principalmente para elaborar Poliestireno.

El Cloruro de vinilo también es un derivado de Etileno, sólo que éste presenta la característica de ser un derivado clorado, se elabora en el Complejo Petroquímico de Pajaritos y sirve para fabricar PVC (Policloruro de Vinilo).

Productos químicos que se elaboran en los Complejos Petroquímicos:

- **Acetaldehído:** Líquido incoloro, inflamable, olor a fruta, se polimeriza rápidamente con presencia de trazas de ácidos minerales, tóxico, es miscible con agua, alcohol, éter y acetona. El etanal o acetaldehído es producto de partida en la síntesis de plásticos, pinturas, lacas, en la industria del caucho, de papel y el curtido del cuero. Incluso se utiliza como conservante en la industria alimenticia y para la producción de ácido acético y anhídrido acético.

- **Ácido cianhídrico:** El ácido cianhídrico pertenece a la familia de los cianuros, es un subproducto obtenido en el proceso del acrilonitrilo, es un líquido incoloro o ligeramente azulado, tiene con olor semejante a las almendras amargas, es sumamente tóxico. Se ocupa como materia prima para las resinas acrílicas, es utilizado para la formulación de alimentos balanceados para el ganado y productos farmacéuticos

- **Ácido Muriático (ácido clorhídrico industrial):** Es un líquido incoloro a amarillo claro, estable e irritante, altamente corrosivo, soluble en el agua, no es inflamable pero reacciona con la mayoría de los metales, desprendiendo hidrógeno el cual es muy inflamable mezclado con el aire. Su fórmula química es: HCl (Concentración de cloro al 20% y al 30%). Se emplea como agente limpiador y desinfectante

- **Acrilonitrilo Grado Fibra y Grado SAN<sup>2</sup> :** Líquido inflamable, incoloro, olor semejante al de las almendras de hueso de durazno; tóxico, es sensible a la luz, autopolimeriza. Se utiliza para la fabricación de fibras sintéticas, hule nitrilo, plásticos, emulsiones acrílicas, soluciones acrílicas, poliacrilato de sodio (en textiles como dispersante), pigmentos y colorantes azoicos y como plastificante en resinas

de intercambio iónico.

\*Acrilonitrilo se convierte a Poliacrilonitrilo

Usos: fibras acrílicas.

\*Acrilonitrilo más Butadieno se convierte en caucho de butadieno

---

<sup>2</sup> SAN: por sus siglas en inglés “Styrene Acrylonitrile”.

acrilonitrilo.

Usos: sellos, empaques, protectores para tubería, diafragmas para bombas, retenes, deflectores, mangueras para aceite y gasolina, rodillos para imprentas, suelas y tacones para calzado industrial y tapones para envases.

\*Acrilonitrilo más estireno se convierte a estireno acrilonitrilo (SAN)

Usos: moldeo de artículos domésticos.

\*Acrilonitrilo más Butadieno más Estireno se convierte a acrilobutadieno estireno (ABS)<sup>3</sup>

Usos: Moldeo para inyección de partes automotrices, teléfonos, interiores de refrigeradores, paneles y juguetes.

- **Amoniaco** : Es un gas incoloro, tiene olor intenso y sumamente irritante, es muy soluble en agua, alcohol y éter, licua fácilmente por presión y es combustible. Tiene usos y aplicaciones en fertilizantes solo o en forma de compuestos como sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea, para formar sulfato de hidroxilamina, acrilonitrilo, fibras sintéticas y plásticos (nylon, resinas urea-formaldehído, uretano y melamina), para elaborar refrigerantes, ácido nítrico, explosivos, hidrazina, aminas, amidas y para otros compuestos orgánicos nitrogenados que sirven como intermediarios en la industria farmacéutica.

- **Bióxido de Carbono**: Incoloro, inodoro, volátil, soluble en agua en un 88%.

Se emplea como gas en los refrescos y cervezas, les da el sabor ácido y la estimulante sensación de burbujeo, en mantener inertes a los reactores, tanques o equipos de transferencia.

En procesos de soldadura por arco, en la industria de fundición, del plástico y en la industria química entre otras.

- **Butadieno Crudo**: Gas incoloro con suave olor a aromático, licua fácilmente, polimeriza fácilmente, particularmente si se encuentra presente el oxígeno, el material comercial contiene inhibidores para prevenir la polimerización espontánea durante su manejo o almacenamiento. Se utiliza

---

<sup>3</sup> ABS: por sus siglas en inglés “Acrylobutadiene Styrene”.

para la fabricación de elastómeros sintéticos (Estireno-Butadieno, Polibutadieno, Neopreno; nitrilos), resinas ABS, químico intermedio.

- **Cloruro de Vinilo:** Es un gas incoloro, licua fácilmente, olor etéreo. Usualmente se maneja como líquido y se le adiciona inhibidor, es inflamable y estable, pero a temperaturas elevadas y en presencia de oxígeno o luz solar se polimeriza. Con él se forman Cloruro de Polivinilo y copolímeros, Cloruro de Polivinilideno, síntesis orgánicas, adhesivos para plásticos.

- **Dicloroetano:** Líquido oleaginoso incoloro, inflamable, de olor etéreo semejante al cloroformo, sabor dulce. Resistente a la oxidación. No corroe metales, muy poco soluble en agua, miscible con la mayoría de los solventes.

Se ocupa para producir Cloruro de Vinilo, Tetraetilo de Plomo, solvente (extracción de esteroides), removedor de pinturas, pinturas, barnices, desengrasantes, agentes humectantes y penetrantes, síntesis orgánicas e insecticidas.

- **Dietilenglicol:** Líquido incoloro, inodoro, siruposo y de sabor dulce, extremadamente higroscópico, no corrosivo, abate el punto de congelación del agua, alcohol etílico, acetona, etilenglicol y éter. Inmisible con benceno, tolueno, tetracloruro de carbono, combustible. Se utiliza como humectante para el tabaco y para elaborar poliuretano

- **Etileno:** Gas incoloro con aroma y sabor dulce, punto de congelación de -169°C, ligeramente soluble en agua, alcohol y etil éter. Gas asfixiante. Altamente flamable y explosivo. Con él se producen: Acetato de vinilo, Cloruro de Etilo, Dicloroetano, Estireno, Oxido de etileno, Polietilenos.

- **Líquido de pirólisis:** Líquido verdoso flamable. Aumenta el octanaje en gasolinas.

- **Metanol:** Líquido incoloro, altamente polar, miscible con agua, alcohol y éter, inflamable, tóxico por ingestión causa ceguera. Se emplea en la manufactura de formaldehído y Tereftalato de dimetilo; combustible de

aviación; anticongelantes automotrices, solvente para nitrocelulosa, etilcelulosa, butiralpolivinilo, desnaturizante de alcohol etílico, deshidratante de gas natural y como materia prima para manufactura de proteínas sintéticas por fermentación continua..

- **Monoetilenglicol Grado Fibra:** Líquido claro incoloro, de sabor dulce, extremadamente higroscópico, abate el punto de congelación del agua, inodoro, no volátil, soluble en agua, alcohol y éter. Se utiliza como antiebullente y es materia prima básica en la fabricación de Fibra Poliéster.

- **Monoetilenglicol Impuro:** Líquido transparente, incoloro, olor ligeramente dulce y poco volátil. Es soluble en agua, alcohol y éter. Una de sus principales cualidades es bajar el punto de congelación del agua usándose por ello como base en los anticongelantes. Es tóxico por ingestión. Es empleado en anticongelantes automotrices, frenos hidráulicos, lubricantes automotrices y plastificantes.

- **Monoetilenglicol Puro:** Líquido transparente, incoloro, olor ligeramente dulce y poco volátil. Es soluble en agua, alcohol y éter. Una de sus principales cualidades es bajar el punto de congelación del agua usándose por ello como base en los anticongelantes. Es empleado en anticongelantes automotrices, frenos hidráulicos, lubricantes automotrices y plastificantes.

- **Oxido de Etileno:** Gas incoloro a temperatura ambiente, olor característico al del éter etílico, soluble en solventes orgánicos; miscible con agua en todas proporciones. Altamente inflamable, inestable, polimeriza con óxidos o cloruros metálicos o álcalis con elevación de temperatura y presión. Se emplea en la manufactura de Glicoles, surfactante, deselmulsionantes de petróleo, propelente de cohetes, esterilizante industrial, polietilenglicoles, éteres, alquílicos de etilenglicol y surfactantes no iónicos.

- **Propileno Grado Polímero (G.P):** Gas incoloro; soluble en alcohol y éter; ligeramente soluble en agua; baja toxicidad; altamente inflamable. Con él se fabrican accesorios para baño, adhesivos para aglomerados de madera y



triplay, agitadores de lavadoras, asientos y volantes automotrices, cascos de lanchas, colchones y asientos, componentes eléctricos.

- **Propileno Grado Técnico:** Gas incoloro, se maneja como líquido a presión, Soluble en alcohol y éter, muy poco soluble en agua; altamente inflamable, puede formar mezclas explosivas. Se utiliza para la fabricación de Polipropileno, Acrilonitrilo, Cumeno, Alcohol Isopropílico, Oxido de Propileno, Ácido Acrílico y Gasolina Polimerizada.

- **Trietilenglicol:** Líquido incoloro, higroscópico, prácticamente sin olor, soluble en agua, inmiscible con benceno, tolueno y gasolina. Combustible, baja toxicidad. Se usa como deshidratante del gas natural, en fluidos hidráulicos, humectante de tintas de impresión, como inhibidor de corrosión y en plastificantes.

## Plantas Petroquímicas

### **Complejo Petroquímico Independencia**

El Complejo Petroquímico Independencia es la instalación más importante de Petróleos Mexicanos en el Estado de Puebla, se encuentra ubicado a la altura del kilómetro 76.5 de la Carretera Federal México-Puebla, en el poblado de Santa María Moyotzingo, perteneciente al municipio de San Martín Texmelucan, Puebla.

Esta empresa tiene como objetivo satisfacer la demanda nacional de Metanol, especialidades petroquímicas y nuevos productos petroquímicos derivados del petróleo en la zona del altiplano del país. Entre los usos y aplicaciones que se tiene del Metanol se utiliza como materia prima para manufactura de proteínas sintéticas por fermentación continua.

El Complejo Petroquímico Independencia es el único productor nacional de Metanol y cuenta con una de las tres plantas productoras de Acrilonitrilo, en la República Mexicana.

#### Infraestructura en Independencia

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Metanol I	33
Metanol II	172
Especialidades	15

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 7

MTA: Millones de Toneladas al Año

### **Petroquímica Cangrejera**

Petroquímica Cangrejera se localiza al sureste de la ciudad de Coatzacoalcos, aproximadamente a 5 kilómetros del Centro Embarcador y de la Terminal Marítima Pajaritos, que son los centros de distribución nacional y de exportación de los productos que elabora. Las actividades de operación de sus instalaciones iniciaron en 1980 y es la instalación más grande en su tipo en América Latina; cuenta con plantas cuya capacidad de producción se ubica a la altura de las mejores y más grandes del mundo.

Actualmente opera con 16 plantas activas, las cuales se encuentran dirigidas a una cadena de derivados de Etileno y otra de Aromáticos.

#### Infraestructura en Cangrejera

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Oxígeno	200
Óxido de Etileno	120
Etileno	600
Polietileno de Baja Densidad	350
Estireno	150
Reformadora BTX	1,110
Benceno	271
Tolueno	354
Hexano	50
Ortoxileno	55
Xilenos	30
Paraxilenos	240

Hidrógeno	33
Aromina	65
Heptano	20

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 4.

MTA: Millones de Toneladas al Año

### **Petroquímica Cosoleacaque**

Es una empresa filial a PEMEX Petroquímica y se localiza en Cosoleacaque, Veracruz, en el Istmo de Tehuantepec. Inició operaciones en el año 1971 y en 1997 se constituyó como empresa filial.

El objetivo principal de esta empresa es el de elaborar, comercializar y distribuir productos petroquímicos no básicos, principalmente para el sector agrícola del país.

Los productos que se obtienen de sus plantas son el Amoniaco y el Anhídrido Carbónico.

#### Infraestructura en Cosoleacaque

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Amoniaco IV	480
Amoniaco V	480
Amoniaco VI	480
Amoniaco VII	480

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 6.

MTA: Millones de Toneladas al Año

### **Petroquímica Morelos**

Petroquímica Morelos se localiza al este de la ciudad de Coatzacoalcos, aproximadamente a 7 kilómetros de la carretera Coatzacoalcos – Villahermosa. Inició operaciones en el año de 1988; se constituyó como empresa filial en

1997.

El objetivo principal de esta empresa es el de elaborar y comercializar productos petroquímicos, con la visión de ser una empresa de clase mundial, líder en el mercado, respetando el medio ambiente, procurando promover el desarrollo integral de su personal y con la misión de incrementar el valor económico de la empresa, con calidad y seguridad.

Actualmente opera con 9 plantas de proceso donde se elaboran productos petroquímicos derivados del Etileno y Propileno.

#### Infraestructura en Morelos

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Oxígeno	350
Óxido de Etileno	240
Etileno	600
Polietileno de Alta Densidad	100
Acrilonitrilo	50
Polietileno de Alta Densidad	100
Monoetilenglicol	135

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 5.

MTA: Millones de Toneladas al Año

#### **Petroquímica Pajaritos**

Empresa filial de Pemex-Petroquímica que se localiza a 7 kms. aproximadamente de la ciudad de Coatzacoalcos Veracruz., pionera en la industria petroquímica en México iniciando operaciones en 1967.

Petroquímica Pajaritos tiene como objetivo principal ser una empresa de clase

mundial, confiable en sus procesos e instalaciones, competitiva y rentable, reconocida por la calidad de sus productos, con una profunda cultura de servicios al cliente.

Esta empresa comercializa y distribuye productos petroquímicos derivados del etileno y el cloro para maximizar su valor económico, satisfaciendo la demanda del mercado a través de la aplicación de polietileno. Es la única empresa en México que produce el Monómero del Cloruro de Vinilo teniendo una cobertura del 35% de la demanda nacional, además de otros productos de la familia de las olefinas tales como: Etileno y Oxido de Etileno, así como también Ácido Muriático.

#### Infraestructura en Pajaritos

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Etileno	182
Cloración Directa I	42
Cloración Directa II	320
Oxicloración	388
Cloruro de Vinilo	405

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 6.

MTA: Millones de Toneladas al Año

#### **Petroquímica Tula**

Petroquímica Tula, se encuentra ubicada en el kilómetro 23.5 de la carretera Jorobas -Tula en el Municipio de Tula de Allende, Hidalgo, inicia sus operaciones en el año de 1979 como Unidad Petroquímica Tula, perteneciente a Petróleos Mexicanos. En el año de 1997 queda constituida como una empresa de participación estatal mayoritaria, definiéndose su actual Razón Social: Petroquímica Tula, S.A. de C.V.

Actualmente cuenta con la planta de Acrilonitrilo la cual está diseñada para producir 50 mil toneladas métricas de Acrilonitrilo y 6 mil toneladas métricas de

Ácido Cianhídrico por año; utilizando el proceso catalítico de la Standard Oil Company, mediante propileno, amoniaco y aire como materias primas, el cual esta dividido en las secciones de reacción, recuperación, purificación, almacenamiento y tratamiento de desechos.

#### Infraestructura en Tula

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Acilonitrilo	60

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 7.

MTA: Millones de Toneladas al Año

#### **Petroquímica Escolín**

Petroquímica Escolín, se ubica a 4 kms. de la ciudad de Poza Rica, Veracruz., inició operaciones en el año 1971 y se constituyó en empresa filial en 1977.

#### Infraestructura en Escolín

<b>Planta</b>	<b>Capacidad (MTA)</b>
Polietileno de Baja Densidad	55

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 5.

MTA: Millones de Toneladas al Año

#### **Complejo Petroquímico Camargo**

Esta empresa, filial de Pemex Petroquímica, se encuentra situada a 4 Km. de la Ciudad de Camargo Chihuahua, sobre la carretera panamericana en el Km. 1506. Inició operaciones en el año de 1967 y se constituyó como empresa filial en el año de 1997.

El producto que se obtenía de esta planta era el amoníaco, que se utiliza como materia prima en otras industrias que satisfacen las necesidades del sector

agrícola. Desde finales de 2002 de esa unidad no volvió a salir ni una sola tonelada de petroquímicos, en mayo del 2007 se resolvió su situación dictaminado el desmantelamiento del complejo.

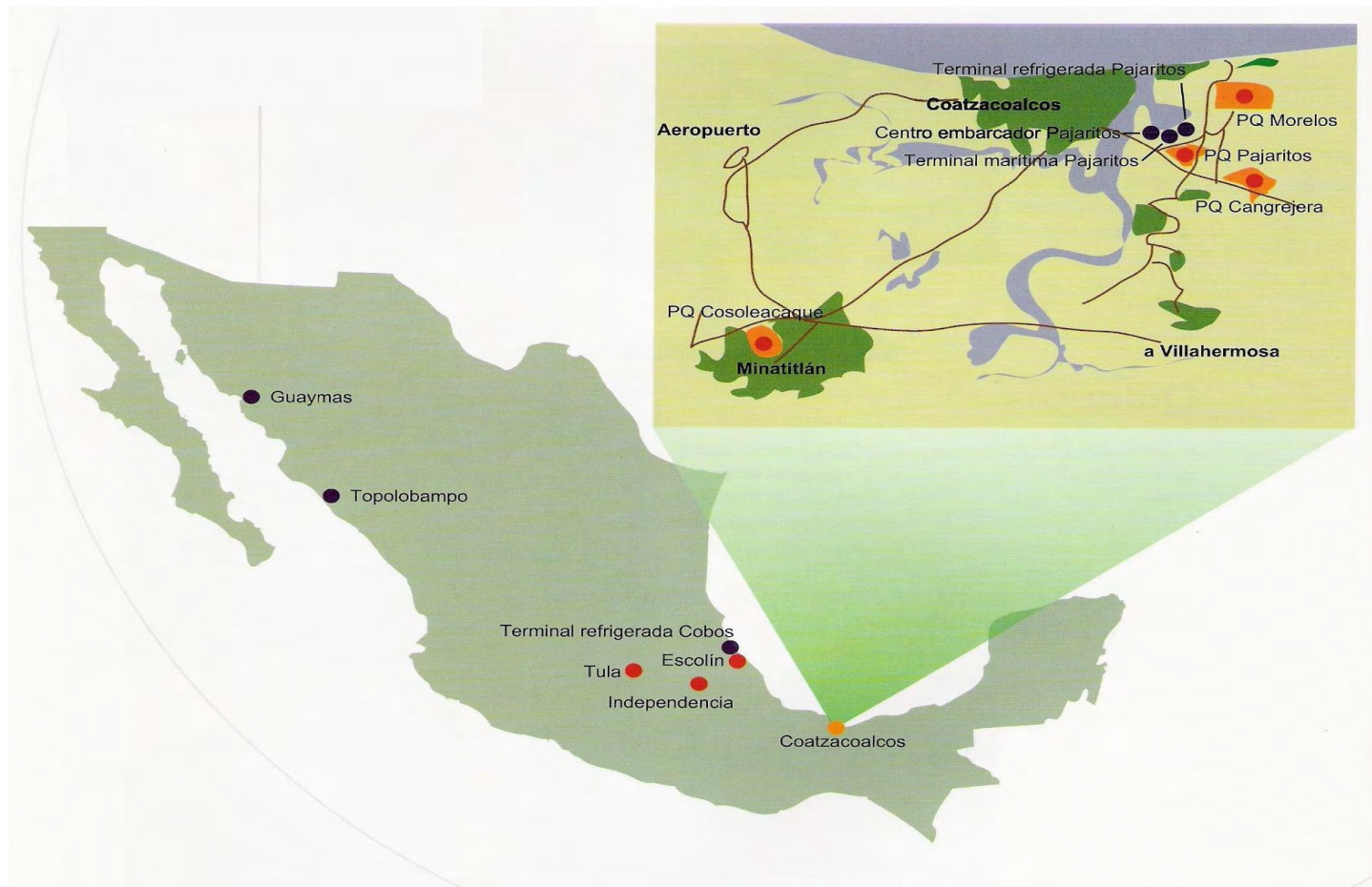
### **Pemex Gas y Petroquímica Básica**

<b>Producto</b>	<b>Centro Productor</b>	<b>Usos</b>
<b>Etano</b>	Cangrejera, Pajaritos y Morelos	Obtención de etileno para elaboración de polietileno.
<b>Nafta</b>	Cangrejera, Morelos, Nuevo Pemex, Cactus, Reynosa, Matapionche y Poza Rica	Producción de etileno, propileno y butadieno, reformulado de gasolinas y/o craqueo.
<b>Hexano</b>	Pajaritos	Extractor de aceites vegetales, diluyente de pinturas, solvente, elaboración de thinners, materia prima para síntesis orgánica.
<b>Heptano</b>	Pajaritos	Extractor de aceites vegetales, disolvente, materia prima para síntesis orgánica, determinación y valoración de octanaje de gasolinas, preparación de adhesivos, adelgazadores y reactivos de laboratorio.
<b>Propano</b>	Poza Rica y Morelos	Refrigerante, combustible doméstico, propelente para aerosoles, obtención de hidrógeno.
<b>Butano</b>	Poza Rica	Síntesis orgánica, combustible doméstico, propulsor para aerosoles, disolvente, refrigerante, enriquecidos de gases.
<b>Mezcla de Pentanos</b>	Cangrejera	Obtención de Pentano e isopentano, en la industria de expansores.



<b>Materia Prima para Negro de Humo</b>	Cd. Madero, Tula y Cadereyta	Industria Hulera
<b>Solvente "K" Incoloro</b>	Reynosa	Vehículo de insecticidas, desengrasante
<b>Solvente "L"</b>	Matapionche, Reynosa, Poza Rica y Cangrejera	Industria de solventes
<b>Solvente de Absorción</b>	Reynosa	Industria de Asfaltos

Pemex Petroquímica formada por 7 Complejos y alrededor de 30 plantas de proceso y Pemex Gas y Petroquímica Básica con sus 10 centros productores forman la industria petroquímica del país. Los problemas que hoy en día agobian esta empresa mexicana son muchos, tales que la baja producción de algunos sectores han llevado al probable cierre de plantas como el Complejo Petroquímico Camargo y Petroquímica Escolín.



Localización de las principales petroquímicos de México

Fuente: Folleto Pemex Petroquímica p. 10.

## **CAPÍTULO IV**

### **OBSTÁCULOS EN LAS CADENAS PRODUCTIVAS**

Ante un escenario mundial en el que los países se agrupan para sumar esfuerzos, México decidió firmar en 1993 el Tratado de Libre Comercio o NAFTA (North American Free Trade Agreement) con Estados Unidos de América y Canadá. El TLC que entró en vigor el primero de enero de 1994, tiene como principales objetivos:

1. Promover las condiciones para una competencia justa
2. Incrementar las oportunidades de inversión
3. Proporcionar la protección adecuada a los derechos de propiedad intelectual
4. Establecer procedimientos eficaces para la aplicación del TLC y para la solución de controversias
5. Eliminar barreras al comercio entre Canadá, México y Estados Unidos de América, estimulando el desarrollo económico y dando a cada país igual acceso a sus respectivos mercados.

En el capítulo de energía y petroquímica básica se establecen estos tres principios rectores:

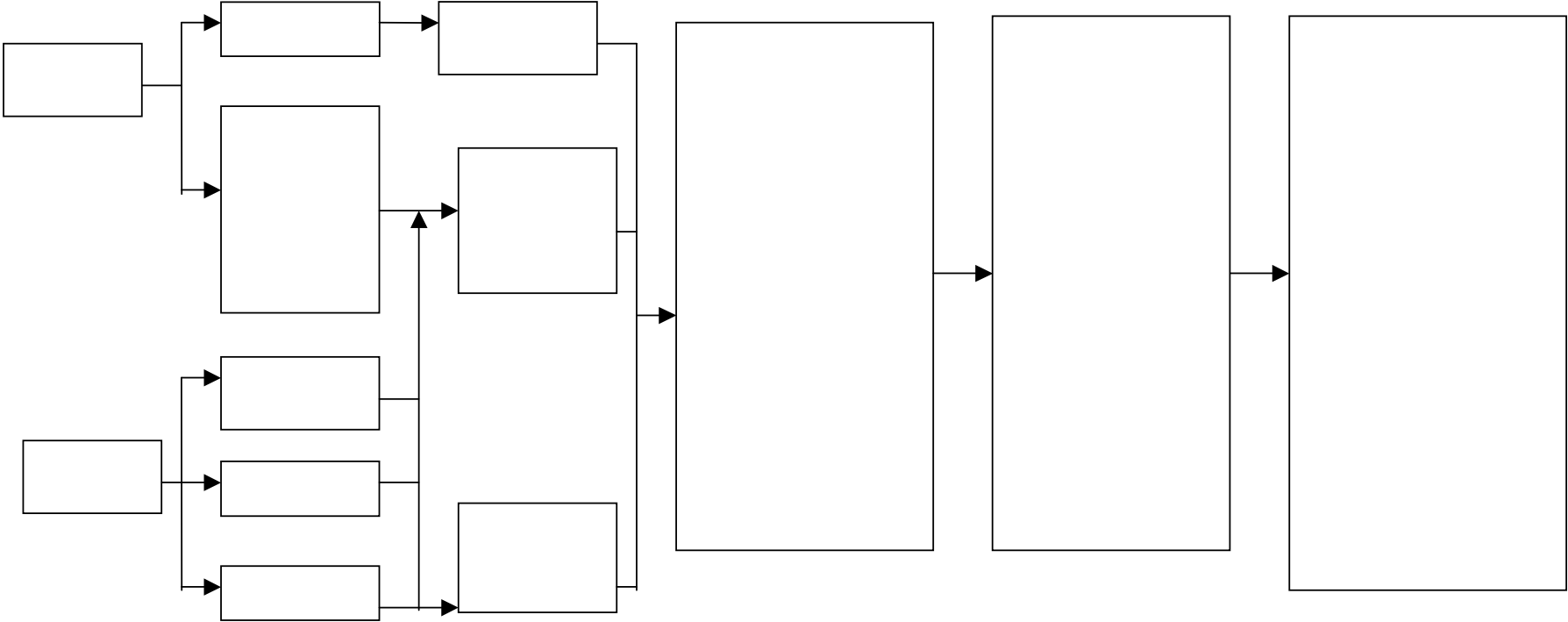
1. El pleno respeto a las constituciones de las partes
2. La aceptación de las partes de que es deseable fortalecer el papel que desempeña el comercio de los bienes energéticos y petroquímicos básicos
3. El reconocimiento de la importancia de contar con sectores energéticos y petroquímicos viables y competitivos a nivel internacional.

Los gobiernos de Estados Unidos de América y Canadá ejercen sus derechos soberanos sobre los energéticos, a través de mecanismos regulatorios que inciden en el comportamiento de los agentes económicos privados, mientras que en México los derechos sobre los energéticos están regulados por los principios constitucionales y las leyes y reglamentos que de ella emanen.

El TLC respeta la reserva que el Estado Mexicano tiene sobre la explotación y exploración del petróleo y gas natural, crudo y refinado, el comercio exterior, transporte, almacenamiento y distribución. Asimismo, también está reservado el derecho de producir, transportar y comercializar los productos petroquímicos clasificados como básicos.

Sin embargo para poder hacer del TLC un trato más rentable, en 1993 dentro de un supuesto esquema de modernización, Petróleos Mexicanos se dividió en cuatro subsidiarias y un Corporativo como órgano rector; de este proceso nace Pemex-Petroquímica y Pemex-Gas y Petroquímica Básica. El haber hecho separación conlleva a que la Secretaría de Hacienda sea la que fije los precios de los productos de compra y venta entre las subsidiarias, causando el rompimiento de las cadenas productivas y el cierre de plantas ya que muchas veces estos precios no cubren siquiera los costos variables de operación.

**Principales cadenas productivas de la industria petroquímica**

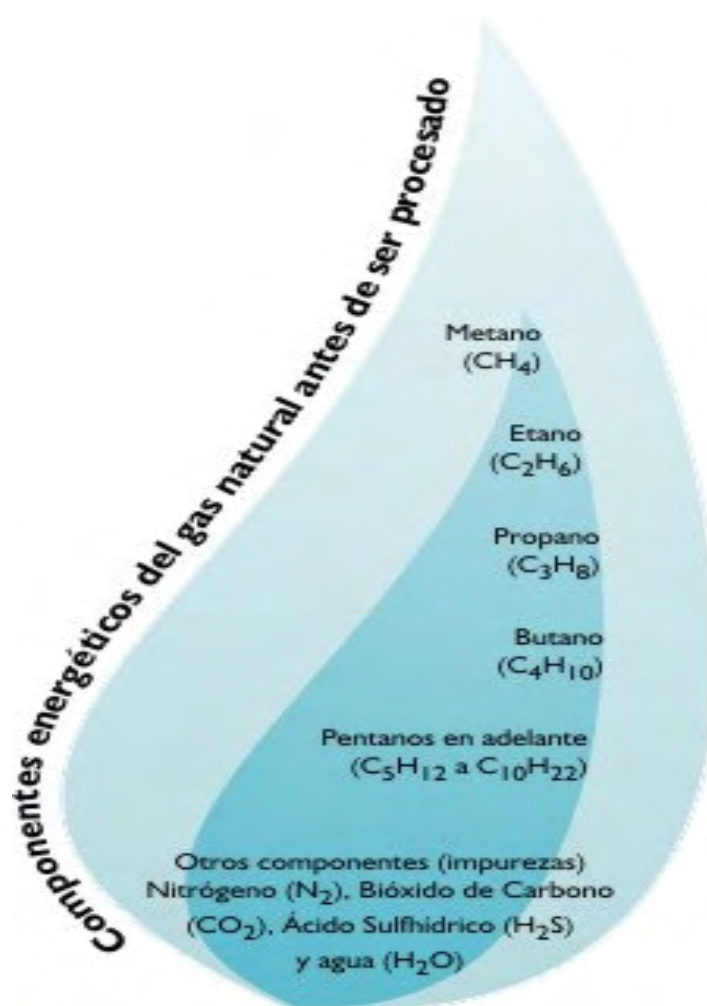


Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.59..

## CADENAS PRODUCTIVAS EN LA PETROQUÍMICA MEXICANA

### METANO

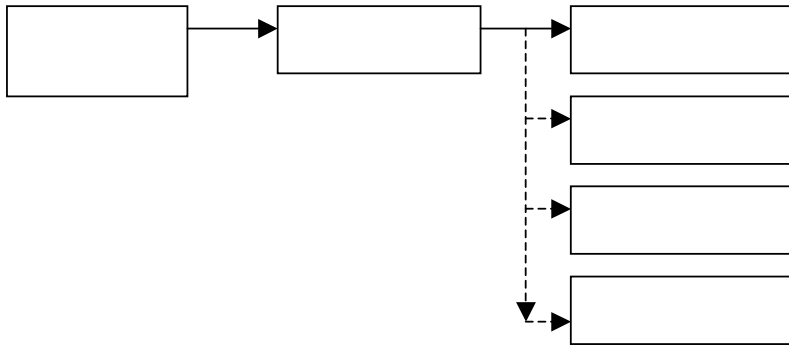
El metano es el hidrocarburo alcano más sencillo, se obtiene por la descomposición de residuos orgánicos, fuentes naturales como pantanos o por la extracción de combustibles fósiles. En México, la principal fuente de obtención de metano es el gas natural ya que su composición tiene un 95% de este hidrocarburo. El metano es la materia prima para la producción de petroquímicos químicos como lo son: amoniaco y metanol.



**Figura 1 Componentes energéticos del gas natural antes de ser procesado (Pemex Gas y Petroquímica)**

Fuente: Portal Pemex Gas y Petroquímica Básica, <http://www.gas.pemex.com>, fuentes y servicios.

## Cadena del Amoniaco



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.72.

En la década de los 80's parte de las políticas prioritarias del Gobierno Federal era el impulsar y desarrollar el campo mexicano por lo que la producción de amoníaco era considerada una de las cadenas productivas más importantes ya que de ella se derivaban la fabricación de fertilizantes que servía a este fin.

Años más tarde factores como:

- La falta de exploración para detectar depósitos de gas natural en México
- Los pocos recursos para explotar los yacimientos encontrados
- El incremento de precios internacionales del gas natural
- La falta de producción de fertilizantes en México
- La falta de producción de urea

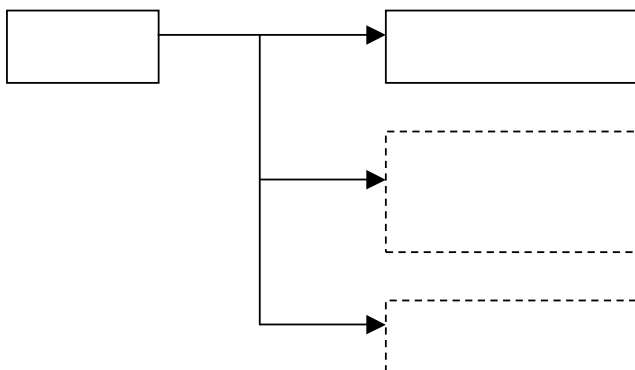
Han afectado de manera drástica la producción nacional de amoníaco al grado que plantas que antes lo fabricaban como es el caso de la Unidad Petroquímica de Camargo, que antes proveía de fertilizantes a todo el norte de la República Mexicana, han tenido que cerrar por la baja competitividad de este producto. Si embargo, estos datos aparentan ser no tan alarmantes ya que Pemex Petroquímica cubre el 97% del mercado demandante de este petroquímico y no se prevé un aumento significativo en el tamaño del mercado como lo muestra la siguiente tabla:

## Amoniaco

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	681	782	829
Valor del mercado (MMUSD)	132	190	180
Tamaño del mercado (MTA)	681	795	829
Participación de PPQ <sup>1</sup> en el mercado (%)	97	100	100

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.72.

## Cadena del Metanol



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.73..

La producción y la importancia del metanol se han incrementado en los últimos años debido a que se ve como el combustible del futuro por sus residuos limpios después de una combustión, además se utiliza para la elaboración de uno de los aditivos más importantes para las gasolinas como es el Metil Ter-Butil Éter (MTBE) y para la fabricación de Dimetil Tereftalato, materia prima para la elaboración de fibra poliéster. Actualmente México acapara tan solo el 50% del mercado de metanol, sin embargo nuevas tecnologías se están desarrollando tomando como base este producto lo que ocasionará que su

---

<sup>1</sup> PPQ: Pemex Petroquímica.



valor comercial se eleve junto con el del gas natural dejando a México con una porción de tan solo el 40%.

### **Metanol**

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	203	173	173
Valor del mercado (MMUSD)	103	255	266
Tamaño del mercado (MTA)	393	441	445
Participación de PPQ en el mercado (%)	52	39.22	38.87

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.73.

### **ETANO**

Hidrocarburo alifático producido por Pemex Gas y Petroquímica Básica obtenido del fraccionamiento de los líquidos del gas natural. Sus principales derivados son: Polietileno de baja densidad (PEBD), Polietileno de alta densidad (PEAD), Polietileno lineal de baja densidad (PELBD), óxido de etileno y cloruro de vinilo.

#### Cadena de Polietilenos

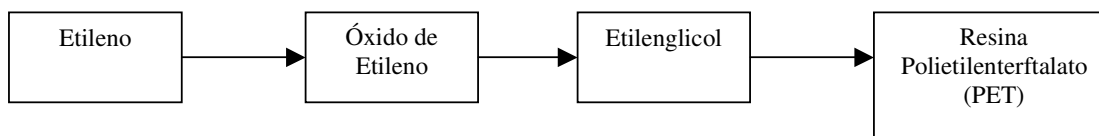
Los petroquímicos polímeros, polietilenos de alta y baja densidad se utilizan para la fabricación de empaques y artículos de plástico y son producidos en el complejo Petroquímica Cangrejera. La producción de estos polímeros no es elevada debido a la baja capacidad y la tecnología rezagada con la que opera la planta en comparación con las internacionales. En el caso del Polietileno lineal de baja densidad, la tecnología con la que opera la planta es de punta ya que es un producto de reciente producción, se espera que para el 2009 se tenga el 60% del mercado nacional de este polímero.

## Polietilenos

	PEBD			PEAD			PELBD		
	2004 (Real)	2009 (Estimado)	2015 (Estimado)	2004 (Real)	2009 (Estimado)	2015 (Estimado)	2004 (Real)	2009 (Estimado)	2015 (Estimado)
Volumen de venta (MTA)	251	325	325	18	27	300	-	24	24
Valor del mercado (MMUSD)	363	539	638	65	10	143	262	56	84
Tamaño del mercado (MTA)	421	429	492	71	82	1.05	320	40	55
Participación de PPQ en el mercado (%)	59	77	66	25	32	28.	0	60	43

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.74.

### Cadena de Óxido de Etileno



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.74.

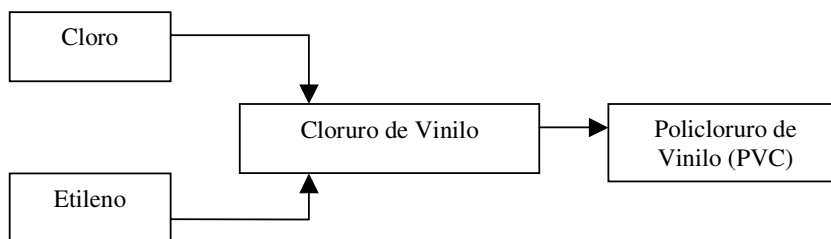
El óxido de etileno se emplea como materia prima en la elaboración de resinas PET, material utilizado para la fabricación de casi todos los envases de plástico debido a su claridad, brillo y transparencia, su facilidad de imprimir con tintas y a que no permite la salida ni entrada de aromas y gases como es el caso del CO<sub>2</sub>. El valor del mercado de este producto es alto y se prevé que se duplique en los siguientes años, sin embargo la capacidad de las plantas no será suficiente para satisfacer la demanda del mercado nacional.

## Óxido de Etileno

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	299	405	470
Valor del mercado (MMUSD)	234	329	418
Tamaño del mercado (MTA)	584	993	1362
Participación de PPQ en el mercado (%)	51	40.7	34.5

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.74.

## Cadena de Cloruro de Vinilo



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.75.

Es el monómero que se utiliza para fabricar PVC, una resina termoplástica que a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles (con plastificante). México es el único país el cual comercia con este monómero ya que la mayoría de las plantas de PVC tienen el proceso de producción de monómero integrado a la cadena productiva del PVC, lo cual lo hace poco atractivo.

## Cloruro de Vinilo

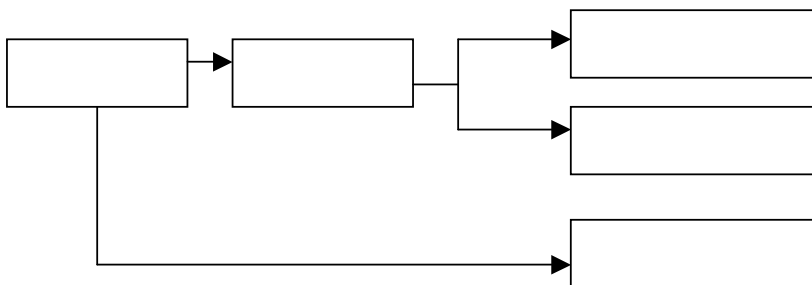
	2004 (Real)	2009 (Estimado)	2015 (Estimado)
Volumen de venta (MTA)	63	350	365
Valor del mercado (MMUSD)	345	432.5	540
Tamaño del mercado (MTA)	512	523	616
Participación de PPQ en el mercado (%)	12.1	67	59.25

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.75.

## PROPILENO

Producto petroquímico químico que es un gas incoloro que se maneja como líquido a presión, se obtiene como subproducto en las plantas de craqueo catalítico de las refinerías. Este producto, tiene una de las tasa de crecimiento más altas entre los petroquímicos, debido a la gran demanda de su polímero. El propileno origina dos de las cadenas más importantes en la petroquímica: la transformación directa a polipropileno y la del acrilonitrilo a fibras.

### Cadena de Polipropileno



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.76.

El polipropileno es un polímero versátil, cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. Como plástico se utiliza para hacer cosas como envases para alimentos capaces de ser lavados en un lavaplatos, como fibra, el polipropileno

se utiliza para hacer alfombras de interior y exterior, para exterior ya que es sencillo hacer polipropileno de colores y porque a diferencia del nylon, no absorbe el agua.

### **Polipropileno**

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	150	250	250
Valor del mercado (MMUSD)	646	1049.5	1384
Tamaño del mercado (MTA)	600	850	1135
Participación de PPQ en el mercado (%)	25	29.41	22

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.76.

### Cadena de Acrilonitrilo

#### **Acrilonitrilo**

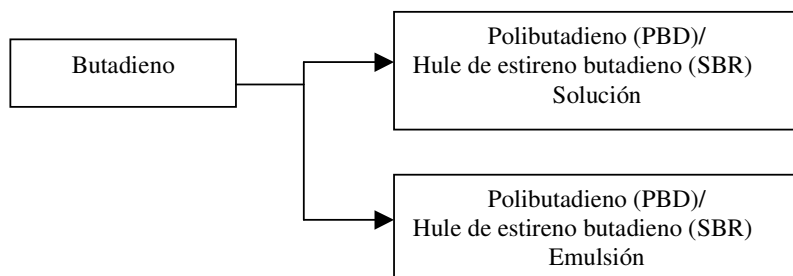
	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	75	75	75
Valor del mercado (MMUSD)	175	205	210
Tamaño del mercado (MTA)	171	210	217
Participación de PPQ en el mercado (%)	43.9	35.7	35.7

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.76.

Se utiliza para la fabricación de algunos tipos de fibras sintéticas, se producía en las plantas de Tula, Morelos e Independencia, actualmente sólo se produce en la planta de Tula debido a que el costo del propileno proveniente de Pemex Refinación es muy alto y no hace rentable este producto, las plantas internacionales sobrepasan casi 10 veces la producción de las plantas mexicanas lo cual deja fuera de la competencia a la producción nacional.

## BUTADIENO

Se obtiene como subproducto en la producción de etileno, sin embargo la planta de producción que se encontraba en Ciudad Madero fue cerrada en 1995.

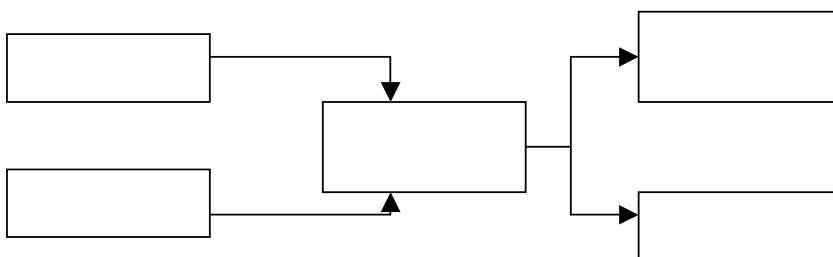


Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.76.

## AROMÁTICOS

La producción de los aromáticos se lleva a cabo en una serie de la plantas en el complejo petroquímico Cangrejera. Sus principales derivados son: estireno, paraxileno, benceno y ortoxileno.

### Cadena del estireno



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.77.

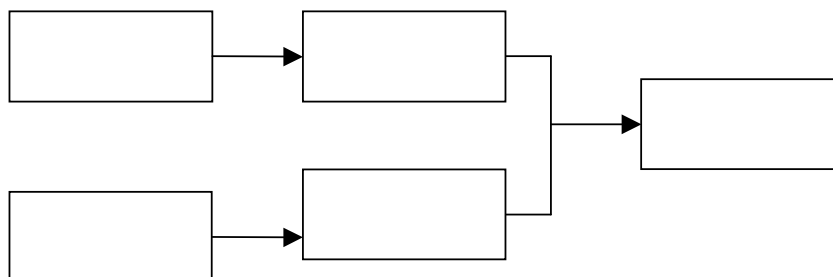
Es uno de los petroquímicos más demandado en nuestro país, a pesar de esto la planta instalada en la Cangrejera tan solo produce lo suficiente para cubrir el 30% de las necesidades del mercado nacional, el resto proviene de importaciones principalmente de Estados Unidos de América.

## Estireno

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	162	250	250
Valor del mercado (MMUSD)	535.77	955.54	1241.76
Tamaño del mercado (MTA)	497	722.25	911.25
Participación de PPQ en el mercado (%)	33	26.2	27.43

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.77.

## Cadena de Paraxileno



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.78.

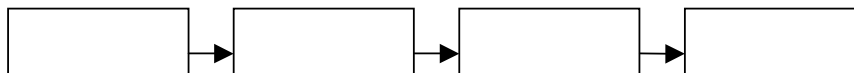
El paraxileno es el petroquímico que tiene el tamaño de mercado de mayor valor en México ya que junto con el óxido de etileno se utilizan para fabricar fibra poliéster, sin embargo tan solo se puede cubrir menos del 25% del mercado. Se espera que se puedan ampliar las plantas o instalar nuevas para que se puedan cubrir por lo menos el 45% de las necesidades del país.

## Paraxileno

	<b>2004 (Real)</b>	<b>2009 (Estimado)</b>	<b>2015 (Estimado)</b>
Volumen de venta (MTA)	201	460	480
Valor del mercado (MMUSD)	668.6	1061.38	1558
Tamaño del mercado (MTA)	841	985	1845.67
Participación de PPQ en el mercado (%)	23.9	46.84	30.81

Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.78.

## Cadena del Benceno



Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.78.

El benceno se utiliza como materia prima para la fabricación de la fibra Nylon, pero no se cuenta con la capacidad de producción de ciclohexano que tiene que ser totalmente importado para satisfacer las necesidades de esta cadena.

## Cadena del Ortóxileno

Se produce en el complejo de Aromáticos de Cangrejera y origina la cadena del anhídrido ftálico para la elaboración de dioctil ftalato, que se utiliza como plastificante en:

- Compuestos de Cloruro de Polivinilo (PVC), que se utilizan en la elaboración de productos inflables.
- Lámina plástica, que resulta en película cristal flexibles y semirígidas.
- Calzado, para la elaboración de suelas y tacones.
- Juguetes, como las pelotas inflables y muñecos en base PVC





Fuente: Villalobos, Alejandro, *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, p.78.

## **CAPÍTULO V**

### **PROYECTO FÉNIX**

A principios de la década de los 90 hubo una creciente necesidad de inversión en los petroquímicos, sin embargo la pregunta, ¿quién sería el más apropiado en hacer estas inversiones? Seguía sin definirse. Con el fin de dar el control de esta industria al sector privado, cada complejo petroquímico se fragmentó en una sociedad anónima de capital variable para que en 1996 se intentaran vender, sin embargo la gran oposición de muchos de los políticos junto con el sindicato de Petróleos Mexicanos y la incapacidad del gobierno para ofrecer un negocio eficiente provocaron que la privatización de la industria petroquímica fracasara.

Años más tarde, en 1998 se decidió poner a la venta el 49% de las acciones del Complejo Petroquímico Morelos, pero no resultó de interés para ningún inversionista o tipo de financiamiento ya que este porcentaje no daba derecho a una posición de control.

Durante el sexenio del presidente Vicente Fox Quezada (2000-2006), se hizo la designación de Raúl Muñoz Leos proveniente de DUPONT como Director General de Petróleos Mexicanos y a Rafael Beverido Lomelín proveniente de Negromex como Director General de Pemex Petroquímica, lo cual se perfilaba a una apertura al sector privado para el rescate de la Petroquímica Mexicana.

Así en el año 2003 surgió el Proyecto Fénix como una iniciativa de Pemex Petroquímica para apoyar la reactivación de la industria petroquímica mexicana contemplando la coinversión entre Pemex Petroquímica y el Sector Privado en proyectos rentables.

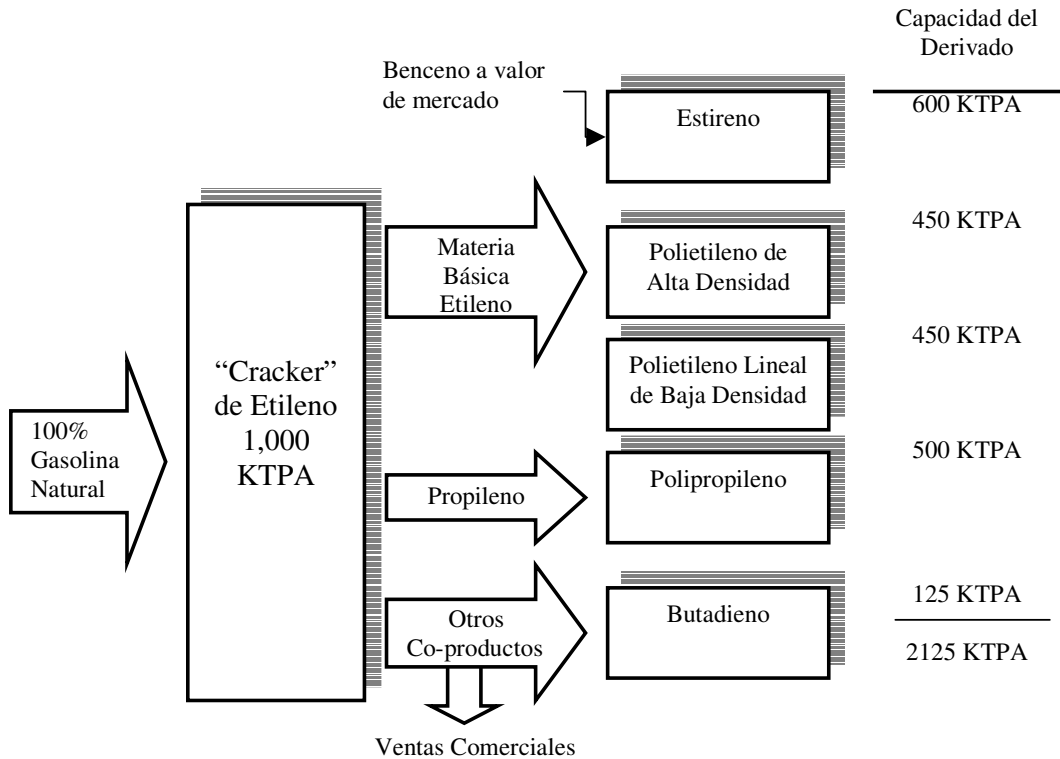
Los objetivos fundamentales eran proporcionar mayor valor agregado a los hidrocarburos de México, reforzar la integración de cadenas productivas, revertir el rezago en materia de inversiones de este sector mediante la construcción de nuevos centros petroquímicos, a través de alianzas

estratégicas con el sector privado, nacional e internacional y maximizar el beneficio económico para el país

En términos generales, la iniciativa del Proyecto Fénix contemplaba en su primera fase, el desarrollo de un Complejo Petroquímico de Olefinas y derivados de escala mundial con tecnología de punta, en asociación minoritaria de Pemex Petroquímica con líderes nacionales y/o internacionales. En una segunda fase, se consideraba el desarrollo de un Tren de Aromáticos y derivados, bajo el mismo esquema. Las inversiones correspondientes serían desarrolladas por Pemex Petroquímica y dichos inversionistas, y las plantas que se construirían, serían propiedad de la o las compañías que éstos decidieran construir para tal efecto. Así las entidades responsables del diseño y ejecución del Proyecto que en su oportunidad se concretara, serían las sociedades mercantiles que resultaran de dicha asociación y que operarían como una empresa privada, no sujeta a las regulaciones y normatividad vigentes aplicable a las entidades paraestatales, en virtud de tener una participación minoritaria de Pemex Petroquímica.

Como se muestra en el esquema, se pretende utilizar gasolina natural como materia prima principal debido a su riqueza en pentanos, hexanos y heptanos que son materias primas en los proceso de obtención de etileno, propileno y benceno.

## Configuración Propuesta para el Proyecto



KTPA: Kilotoneladas por año

Fuente: García, Arturo, Iniciativa Proyecto Fénix, 2006.

Por lo que respecta a la localización, se consideraron dos posibles zonas para construir el nuevo Complejo Petroquímico:

- La zona de Coatzacoalcos, Veracruz, cercana a las instalaciones actuales de producción de olefinas de Pemex Petroquímica y que cuenta con instalaciones portuarias en el Golfo de México.
- La otra alternativa fue la zona industrial de Altamira en Tamaulipas, lugar en donde diversas empresas petroquímicas, la mayoría clientes actuales de Pemex, han desarrollado un polo petroquímico muy moderno con una capacidad instalada muy importante y con acceso a mercados por sus instalaciones portuarias y su cercanía con la zona petroquímica de Texas y Louisiana en el Golfo de México.

Para echar a andar este proyecto, se desarrollaron una serie de estudios y análisis para garantizar un proceso exitoso en la consecución de Socios Estratégicos, en un proyecto viable, competitivo y de escala mundial. Después de un arduo trabajo de selección, en octubre del 2004 se dieron a conocer los socios que participarían en el proyecto:

**IDESA** – Grupo petroquímico mexicano con amplia experiencia en la producción de petroquímicos intermedios y en materia de inversiones. La empresa tiene ventas anuales de 190 millones de dólares y el Proyecto Fénix le permitirá diversificarse.

**Indelpro** – Compañía mexicana formada de la coinversión entre Alfa –grupo de amplia tradición empresarial, cuya filial Alpek es el consorcio petroquímico privado más importante de México- y Basell, líder en tecnología y producción de polipropileno.

**Nova Chemicals Corporation** – La empresa petroquímica más grande de Canadá, entre los líderes en etileno, polietileno y poliestireno en América del Norte. Opera el complejo más importante en el mundo para la producción de etileno. Posee tecnología de punta y amplia experiencia en mercadeo y servicio técnico de polietileno de alto valor agregado. Cotiza en las bolsas de valores de Canadá y EUA.

**Pemex Petroquímica** – Productor más importante de petroquímicos en México, con capacidad y experiencia como único productor nacional de etileno y polietileno.

A partir de ese momento se discutieron y establecieron las reglas de operación del Grupo de Dirección integrado por representantes de cada uno de los socios. Durante el primer semestre del 2005, se trabajó en la definición de los temas clave para la realización del Proyecto. Entre dichos temas, los Socios Estratégicos ratificaron su solicitud para adquirir la materia prima a un precio que incluyera un descuento comercial respecto a su costo de exportación para poder participar en el proyecto, sin embargo acceder a esta petición sería

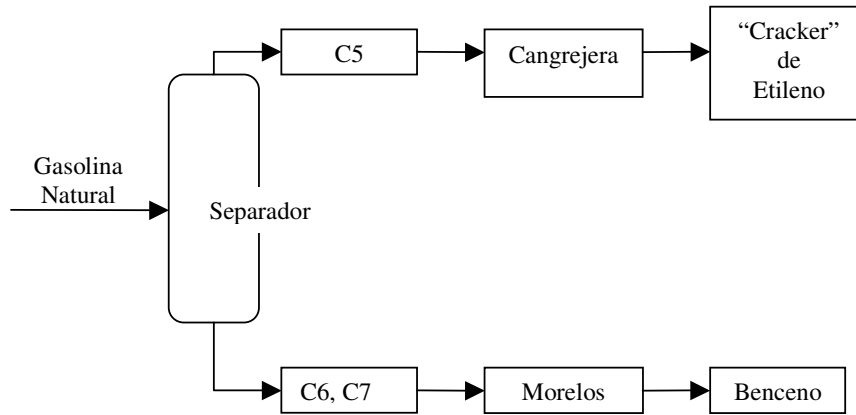
incurrir al subsidio de materias primas de acuerdo a la regulación de precios vigentes.

Ante dicha posición y por sus implicaciones, Pemex Petroquímica accedió a revisar el alcance y configuración del proyecto original, habiéndose identificado en ese proceso, una alternativa, con beneficios superiores desde el punto de vista técnico y económico. Como resultado de dicho análisis, se aprovecharía la información adicional obtenida de diversos tecnólogos que ofrecían oportunidades alternas muy atractivas comparadas con el proyecto original. Ello llevó a Pemex Petroquímica a considerar un Proyecto Alternativo que representaba una mejor opción para Pemex, con estas nuevas tecnologías se fortalecerían los Complejos Petroquímicos Morelos y Cangrejera.

Pemex Petroquímica envió una comunicación a los Socios Estratégicos, indicando la mejor oferta en el precio de la gasolina natural para desarrollar el Proyecto Fénix original, a lo cual ellos respondieron que la oferta no era suficientemente atractiva para echar a andar dicho proyecto. Ante tal situación, Pemex Petroquímica realizó la presentación del Proyecto Fénix Alternativo, el cual resultó atractivo para los Socios Estratégicos, dando paso a la reorientación de los esfuerzos para la definición de una nueva configuración a través de la cual se lograría capitalizar la experiencia, información y logros obtenidos en la iniciativa original.

Esta configuración alternativa ofrece mayores beneficios para Pemex, optimiza la utilización de instalaciones existentes mediante la ampliación y modernización de los “*crackers*” de olefinas existentes en Cangrejera y Morelos y se anticipaba la instalación de un nuevo Tren de Aromáticos.

## Configuración Propuesta para el Proyecto Alternativo



Con el proyecto Fénix Alternativo se pretende dejar de exportar 863 millones de dólares anuales en materia prima, misma que será transformada en productos con valor y ventas por 1,385 millones de dólares.

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA

En los últimos años, se ha podido observar cómo la industria petroquímica internacional ha sido el detonante del desarrollo económico de numerosos países desarrollados. Las administraciones que han impulsado esta industria, que proporciona un valor agregado a los hidrocarburos, han obtenido fuentes de riqueza proporcionando una gran cantidad de productos finales, que son los insumos básicos de la industria.

Las ventas de productos petroquímicos a nivel mundial han mostrado una fuerte recuperación desde el año 2004 y que subsiste en el 2006, casos de países como China que en el 2003 obtuvo ganancias de 19 300 millones de dólares y cuya cifra se incrementó a 37 500 millones de dólares en el 2006 lo que significó un aumento del 94% en tan solo tres años, comprueban que este tipo de industria puede generar una gran derrama económica para el país.

Actualmente la industria petroquímica privada en México está formada por las siguientes empresas:

- Clariant (México), S.A. de C.V.
- Cytec de México, S.A. de C.V.
- Derivados Marcroquímicos, S.A. de C.V.
- Derivados Maleicos, S.A. de C.V.
- Dynea México, S.A. de C.V.
- Formoquímica, S.A. de C.V.
- Grupo Celanese, S.A.
- Grupo Primex, S.A. de C.V.
- Indelpro, S.A. de C.V.
- Industrias Derivadas del Etileno, S.A. de C.V.
- Nitroamonia de México, S.A. de C.V.
- Oxiquímica, S.A. de C.V.
- Petrocel, S.A. de C.V.
- Poliolos, S.A. de C.V.
- Rexcel, S.A. de C.V.
- Síntesis Orgánicas, S.A. de C.V.
- Tereftalatos Mexicanos, S.A. de C.V.
- Univex, S.

**Fuente: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana, ANIQ, Petroquímica, Introducción.**



En el 2005 México tenía una capacidad instalada de 14,950,872 Toneladas de productos petroquímicos no básicos de los cuales la industria privada producía el 20% y el resto estaba a cargo de Pemex Petroquímica. La insuficiencia de la producción mexicana provocó que se importaron más de 3,000,000 toneladas que se tradujeron en más de 15,000 millones de dólares y la incapacidad de producción de Pemex hizo que el 70.3% de estas importaciones correspondían a petroquímicos cuya producción se encuentra reservada al estado.

México tiene intercambios comerciales de productos químicos y petroquímicos con los siguientes países que se muestran en la tabla

Situación de los Bloques Económicos en el 2006  
(USD)

<b>Norteamérica</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>Norteamérica</b>	<b>3,503,685,608</b>	<b>429,089,007</b>
Canadá	41,827,071	23,837,837
EUA	3,461,858,537	405,251,170

<b>Asociación Latino Americana de Integración</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>ALADI</b>	<b>92,512,738</b>	<b>278,690,848</b>
Argentina	6,037,070	57,384,862
Bolivia	-	485,680
Brasil	55,246,367	44,800,798
Chile	6,815,375	9,103,428
Colombia	9,522,992	141,988,954
Ecuador	28,606	2,020,080
Paraguay	4,920	121,368
Peru	18,170	1,707,353
Uruguay	444,088	329,093
Venezuela	14,395,150	20,749,232

<b>Asociación Europea de Comercio Libre European Free Trade Association</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>EFTA</b>	<b>110,406,341</b>	<b>5,721,826</b>
Islandia	1,313	-
Noruega	2,628,063	-
Suiza	107,776,965	5,721,826

<b>Unión Europea</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>Unión Europea</b>	<b>812,334,640</b>	<b>421,794,633</b>
Alemania	202,420,965	47,767,968
Austria	6,119,221	181,851
Belgica	32,064,460	161,147,736
Dinamarca	5,790,733	10,609
Eslovenia	83	126,200
España	109,702,967	133,878,103
Estonia	236,630	-
Finlandia	2,959,129	-
Francia	82,140,260	8,976,183
Grecia	413,237	3,740
Hungría	3,854,510	250,751
Irlanda	161,201,659	266,750
Italia	79,933,234	11,099,935
Malta	-	92,550
Países Bajos	36,885,906	40,950,652
Polonia	1,459,060	85,308
Portugal	41,624,567	771,662
Reino Unido	42,407,790	16,184,635
Suecia	3,120,229	-

<b>Asia</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>Asia</b>	<b>399,510,048</b>	<b>198,043,197</b>
China	150,643,221	137,502,452
Corea del Norte	12,082	-
Corea del Sur	16,744,261	2,779,355
Filipinas	141,243	942,699
Hong Kong	1,207,282	4,809,256
India	98,308,817	3,197,688
Indonesia	2,232,770	2,246,715
Israel	16,220,843	1,624,746
Japón	49,816,448	16,426,339
Malasia	4,774,979	477,153
Pakistan	-	1,774,659
Singapur	46,845,075	7,829,822
Sri Lanka	3,440	14,550
Tailandia	55,743	208,649
Taiwan	12,503,844	18,209,114

<b>Centro América</b>		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>Centro América</b>	<b>1,674,164</b>	<b>45,622,293</b>
Belice	-	242,294
Costa Rica	145,383	8,181,046
El Salvador	-	5,663,600
Guatemala	1,122,191	27,501,391
Honduras	406,590	1,992,199
Nicaragua	-	894,398
Panamá	-	1,147,365

<b>Otros</b>	<b>168,964,809</b>	<b>38,897,484</b>
--------------	--------------------	-------------------

Total		
Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
<b>Total</b>	<b>5,089,088,348</b>	<b>1,417,859,288</b>

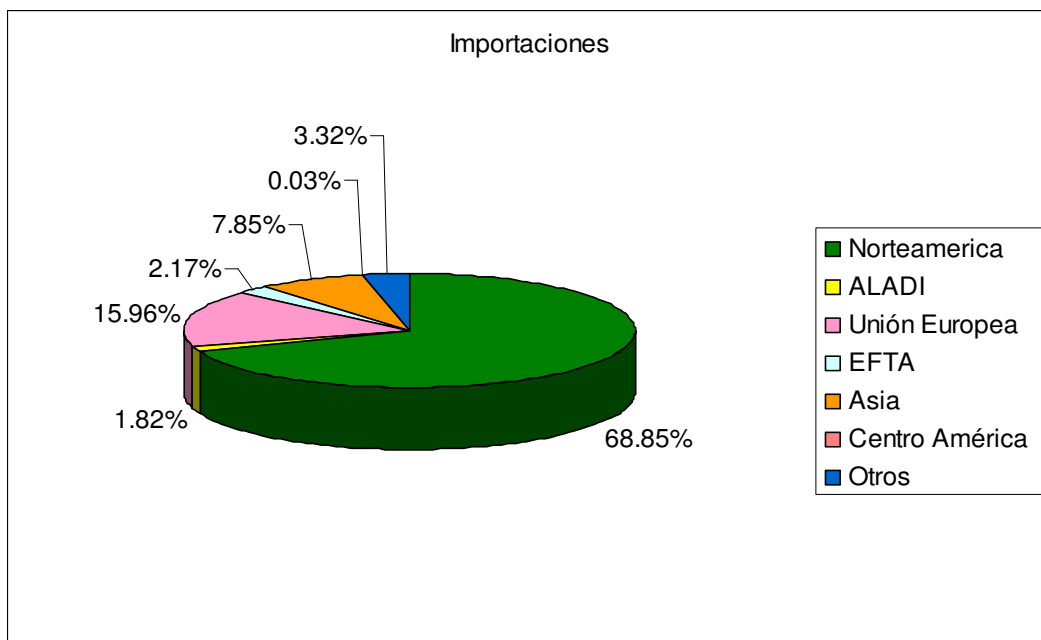
Fuente: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana, ANIQ, Petroquímica, Balanza Comercial.

En términos porcentuales, México importa cerca del 70% de sus productos del bloque Norteamericano principalmente de Estados Unidos de América, de igual manera el 30 % de la producción mexicana es enviada a este país, porción casi igual a la que es vendida a la Unión Europea. De esta porción de exportaciones, el 74.5% proviene del sector privado.

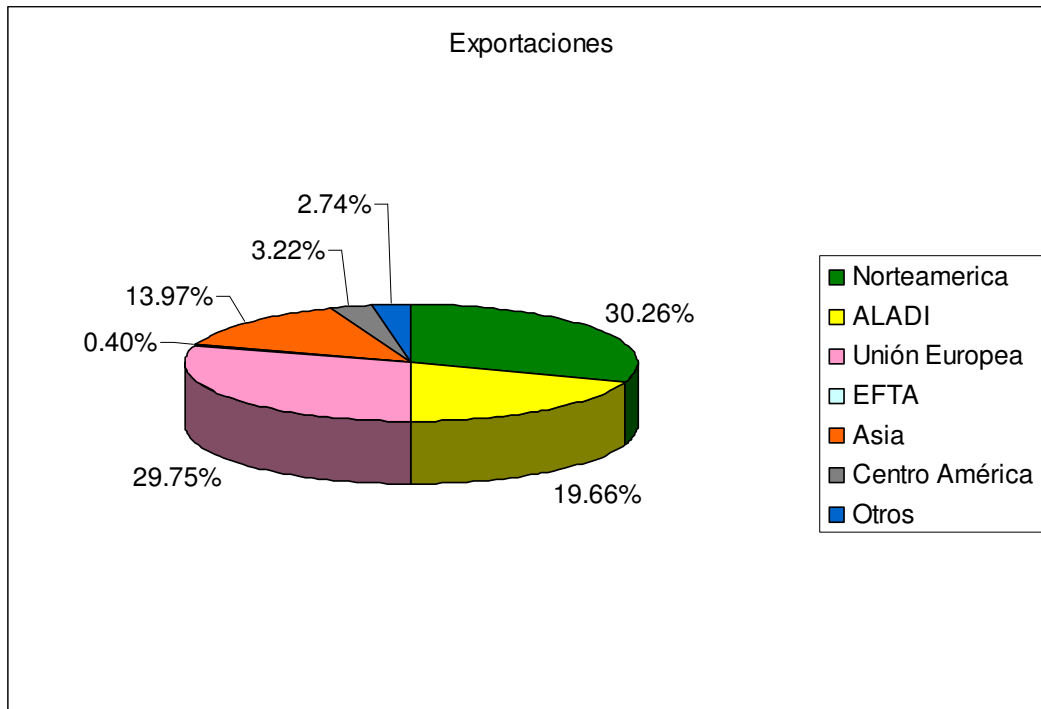
**Tabla de porcentajes de los bloques comerciales de importaciones y exportaciones de productos químicos y petroquímicos**

Bloque/ País	Importaciones	Exportaciones
Norteamerica	68.85%	30.26%
ALADI	1.82%	19.66%
Unión Europea	15.96%	29.75%
EFTA	2.17%	0.40%
Asia	7.85%	13.97%
Centro América	0.03%	3.22%
Otros	3.32%	2.74%

**Tabla de bloques comerciales de los cuales México importa productos químicos y petroquímicos**



### Tabla de bloques comerciales a los cuales México exporta productos químicos y petroquímicos



Nuestro país tiene un balance negativo de más de 3,600 millones de dólares lo cual nos indica que la planta productiva en operación es insuficiente para satisfacer la demanda nacional, tanto en cantidad como en número de productos demandados por el mercado nacional y que los costos de producción son elevados por no contar con plantas de gran capacidad con costos unitarios más bajos. La única manera de contrarrestar este flujo de productos baratos, será produciendo productos petroquímicos de menor precio, en donde se tenga mayor competitividad y puedan competir con los producidos en el exterior.

El Ing. Alejandro Villalobos Hiriart plantea en su artículo *Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para potenciar el desarrollo de la industria petroquímica en México*, una serie de fortalezas y debilidades de la industria petroquímica mexicana:

#### Debilidades:

- Al no aprobarse la inversión necesaria para efectuar un proceso de modernización, en los procesos, equipos y materiales instalados en la planta productiva, prevalece en general, un alto grado de obsolescencia.
- A pesar de los esfuerzos de modernización desarrollados recientemente, la tecnología con que cuenta el plantel productivo no es la del estado del arte, con que cuenta la competencia internacional.
- La falta de producción y la falta de competitividad, han provocado que el abastecimiento de insumos para el sector privado de la industria, provenga del exterior del país, principalmente de los Estados Unidos de América, produciéndose un creciente desequilibrio de la balanza comercial de productos petroquímicos.
- La política gubernamental vigente de los precios de las materias primas, al llevarse al extremo de no tener flexibilidad, han afectado el desempeño de las plantas de operación y la aprobación de los programas de inversión y desarrollo de la industria.
- La industria petroquímica básica cuenta con cuellos de botella y escaso desarrollo de eslabonamientos con el resto de la industria petroquímica privada, una diferencia muy notable en contraste con el quehacer de las grandes compañías mundiales. También existe un alto grado de falta de sinergia con el resto de las empresas subsidiarias de Pemex, lo que provoca un pobre aprovechamiento de las materias primas y productos disponibles entre ellas y una pérdida de oportunidades de incrementar las utilidades de Pemex.
- No obstante que se ha incrementado la inversión en los últimos seis años en comparación con los niveles de inversión del sexenio anterior, persiste un problema de inversión limitada para el desarrollo de esta industria.
- Se han realizado algunos proyectos de incrementos de capacidad, sin obtener las producciones y las rentabilidades proyectadas.

#### Fortalezas:

- Existe en el país una gran disponibilidad de reservas de hidrocarburos y de otras materias primas para impulsar el desarrollo de la industria petroquímica.

El contenido de etano en el gas natural es elevado, existen gran cantidad de gasolinas naturales, estos productos se encuentran subutilizados o se exportan para que otras empresas internacionales los aprovechen.

- Existen materias primas no utilizadas en la industria petroquímica mexicana, pero que se tiene experiencia en su uso en la industria petroquímica internacional.
- Desde el inicio de la industria petroquímica, se ha desarrollado en nuestro país una amplia infraestructura humana, capaz de seleccionar las mejores tecnologías, efectuar la ingeniería necesaria para desarrollar los proyectos, suministrar la mayoría de los bienes de capital, construir las instalaciones, poner en marcha, operar y mantener adecuadamente las plantas productivas.
- Una de las grandes ventajas para desarrollar la industria petroquímica, queda representada por la dimensión del mercado interno mexicano.
- Existe la posibilidad de establecer sinergias con el resto de las empresas subsidiarias de Pemex y con las empresas petroquímicas privadas nacionales y extranjeras, aprovechando materias primas, para incrementar su valor agregado y usar productos entre ellas, compartiendo inversión y utilidades.
- Se ha desarrollado en el país una amplia estructura de centros de educación superior, así como importantes centros de investigación, que pueden coadyuvar en un gran programa de desarrollo de la industria petroquímica nacional.
- Se cuenta con una situación geográfica privilegiada, dada la cercanía con los Estados Unidos de América y con los países de Centro y Sudamérica, que cuentan con un mercado potencial importante para satisfacer la demanda con los productos petroquímicos mexicanos.

Las fortalezas y debilidades descritas anteriormente no son nuevas, se conocen desde hace más de 15 años, desde 1990 se empezó a plantear el rezago en el que caería la industria petroquímica del país si no se tomaban acciones para contrarrestar los puntos débiles. De hecho se esperaba que en 1995 los mercados nacionales quedaran cubiertos en un 95% a pesar de los crecimientos previstos de los productos derivados, lamentablemente 10 años más han pasado y el ahogo en el que se encuentran los petroquímicos mexicanos parece ser más grande cada día y sin alguna solución aparente.

**CAPÍTULO VII**  
**ACTIVIDADES DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA INDUSTRIA**  
**PETROQUÍMICA**

En México existen más de 60 escuelas, facultades e institutos donde se enseña la carrera de Ingeniería Química, de estas instituciones egresan aproximadamente 2000 alumnos por año, cantidad que representa aproximadamente el 50% de los alumnos que ingresan. Este porcentaje de egresados requiere entrar al mundo laboral, y la rama de la petroquímica ofrece un amplio campo de trabajo en diferentes áreas.

De las grandes empresas petroleras y productoras petroquímicas a nivel mundial, en México podemos encontrar a: Exxon Mobil Corporation, Dow Chemical, Royal Dutch Shell, BASF y Nova Corporations. Sin embargo, estas trasnacionales no cuentan con una gran infraestructura en nuestro país como lo tienen en otros, Exxon Mobil y Shell no cuentan con ninguna planta productora de petroquímicos o químicos pero si cuentan con un mercado nacional el cual comercializa con empresas mexicanas a través de sus representaciones en México o directamente con sus representaciones en Estados Unidos de Norteamérica. En el caso de Nova Corporations vende y produce en México a través de una asociación con grupo IDESA para formar NOVAIDESA.

Dentro de este sector de oportunidad laboral podemos encontrar diferentes áreas en las cuales un Ingeniero Químico puede involucrarse de acuerdo a los conocimientos adquiridos durante la carrera o simplemente por su formación ingenieril. Un Ingeniero Químico puede laborar en las áreas de ventas, finanzas, áreas administrativas, comerciales y de producción. De los ingenieros que ingresan a esta industria, alrededor del 50% entra a puestos dentro del área de producción: control de calidad, operadores, jefe de turno, el área de producción petroquímica explota todo el conocimiento adquirido en la carrera, ya que se involucra todo el conocimiento sobre manejo, mantenimiento y operación de equipos; calidad y características de materias primas; y todo el proceso y planeación y operación de producción. Gran parte de los ingenieros

de este sector se concentran en la zona de la costa del Golfo de México y del Centro del país, Tamaulipas y Veracruz representan una gran proporción de la industria petroquímica debido a que permite la entrada de buques transportadores de materias primas y de su cercanía con los Estados Unidos de Norteamérica. Guanajuato, Puebla y Tlaxcala son los otros estados en los que se cuentan con complejos petroquímicos importantes.

Del 50% restante gran parte se dedica al área de ventas, el 60% del personal que labora en ventas son Ingenieros Químicos, lo cuál es una respuesta lógica debido a que los conocimientos que se adquieren dentro de la carrera para el uso y características de materias primas y productos petroquímicos no es fácil de tener e inclusive de entender. Cabe mencionar que la demanda y área de oportunidad para los Ingenieros Químicos para ventas es muy grande, sobre todo en la Cd de México y Zona Metropolitana debido a que en esta región no hay grandes complejos petroquímicos pero sí una gran cantidad de centros administrativos.

Dentro de las otras áreas administrativas no hay un gran número de ingenieros, sin embargo, los pocos que hay manejan los puestos de dirección y gerenciales. La formación que da la carrera es una formación integral ya que de inicio el perfil de los aspirantes implica que posea una disposición para el trabajo en equipo, capacidad de análisis y síntesis, y de adaptación a situaciones nuevas, así como espíritu creativo. Estas características permiten la versatilidad de laborar en diferentes áreas de una empresa y la visión que permite crecer hasta alcanzar los puestos más altos.

Un área poco explorada de la petroquímica mexicana es la de investigación, esto debido a que anteriormente esta actividad se concentraba en el Instituto Mexicano del Petróleo, sin embargo a partir de la decisión de formar los complejos petroquímicos en sociedades anónimas con el fin de privatizarla, el IMP decidió dar por terminada todas las líneas de investigación de petroquímica desde entonces. Actualmente la inactividad en esta área creó rezagos tan grandes que los pequeños brotes que han empezando a surgir en los complejos de Coatzacoalcos parecen insignificantes.



En el mundo la Ingeniería Química es una de las carreras mejor pagadas, debido a que gran parte se dedica a las áreas de Optimización de Procesos y Diseño de Plantas, áreas que en México son prácticamente nulas ya que como ya habíamos dicho, la inversión en este rubro es muy poca. Otra razón por la que esta carrera es tan exitosa y sobre todo en el área petroquímica es porque, en muchas partes del mundo las empresas cuentan exitosamente con cadenas de producción integradas, lo que significa que abarcan desde la exploración y explotación (*Upstream*), hasta la producción de derivados de petróleo y producción de energía (*Downstream*). Factor con el que México no cuenta, provocando que un Ingeniero Químico no pueda ejercer su carrera en un 100%.

Algunos ejemplos de puestos importantes ocupados por Ingenieros Químicos son:

- Presidente Dow Chemicals México
- Gerente de Mercadotecnia de América Latina de Dow Chemicals México
- Jefe de Finanzas Dow Chemicals México
- Gerente de Ventas de Químicos Shell México
- Gerente de Ventas IDESA plásticos y químicos
- Director del Proyecto Fénix
- Director de PEMEX Petroquímica

Lo que demuestra que la capacidad de un Ingeniero Químico no tiene límites.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La petroquímica es una de las industrias que a través de los años ha logrado colocarse como una de las más importantes del mundo. La petroquímica nace como el producto de la fusión entre la refinación y la química a finales del siglo XVIII, de ahí en adelante estas tres industrias han crecido a la par una de la otra, cualquier avance tecnológico que se presenta en alguna, provoca que los avances en las otras sean de manera proporcional, esto se ejemplifica claramente en empresas como Bayer, empresa líder en productos químicos y petroquímicos. El vínculo que existe entre estas tres ramas es tan estrecho que realmente ninguna podría ser tan fuerte sin el respaldo de la otra.

En México, la historia de la petroquímica no tiene excepción a la del mundo, desde la primera refinería para la obtención de queroseno como combustible para las lámparas domésticas hasta la primera planta petroquímica mexicana C1 construida para la elaboración de tetraetilo de plomo, han compartido avances y retrocesos a lo largo de los años. Los inicios de la industria de refinación y petroquímica tuvieron tintes extranjeros, la gran cantidad de petróleo con el que contaba nuestro país atrajo la atención de inversionistas de todo el mundo, empresas como Exxon-Mobil, Shell, Chevron-Texaco y Penzoid entre otras edificaron grandes plantas para procesar el crudo extraído de territorio mexicano. La ambición de estas empresas y las malas condiciones con las que contaban sus trabajadores fueron detonantes para decretar en 1938 que el petróleo y sus derivados serían de propiedad de los mexicanos.

A partir de la toma de las instalaciones de estas compañías se creó el 7 de junio de 1938 Petróleos Mexicanos (PEMEX) para administrar la industria petrolera. Con la nueva industria mexicana nació el primer complejo petroquímico Poza Rica, cuya función era endulzar el petróleo y producir azufre. A partir de la década de los 60's y hasta los primeros años de la década de los 80's esta industria tuvo su época de esplendor, 17 de los 18 centros petroquímicos fueron construidos durante este tiempo. Las ganancias arrojadas por el petróleo fueron tales que se requirió de una legislación clara,

que no diera pie a la explotación inadecuada de los recursos naturales de los mexicanos por lo que se creó: la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el Ramo del Petróleo, la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios y el Reglamento a la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el Ramo del Petróleo.

Uno de los artículos que destaca en este tema, es el artículo 3° de la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el Ramo del Petróleo ya que en él se define una clasificación de petroquímica que únicamente existe en México, petroquímica básica conformada por: etano, propano, butano, pentano, hexano, heptano, materia prima para negro de humo, naftas y metano cuando provenga de carburo de hidrógeno, obtenidos de yacimientos ubicados en el territorio nacional y se utilice como materia prima en procesos industriales petroquímicos; y petroquímica secundaria que son los productos distintos a los básicos enumerados en la lista anterior.

En 1992, buscando aumentar la competitividad y eficiencia, el gobierno de Carlos Salinas de Gortari impulsó la creación de la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, en la cual se decreta que PEMEX sería reestructurada en cuatro corporativos autónomos que realizan las funciones básicas de la compañía: PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica.

Actualmente, PEMEX Petroquímica tiene una capacidad instalada de 13.2 millones de toneladas de productos al año y tiene el compromiso de elaborar, comercializar y distribuir productos para satisfacer la demanda del mercado a través de sus 7 Complejos y sus más de 30 plantas de proceso. Su actividad fundamental son los procesos petroquímicos no básicos derivados de la primera transformación del gas natural, metano, etano, propano y naftas de Petróleos Mexicanos. PEMEX Petroquímica guarda una estrecha relación comercial con empresas privadas nacionales dedicadas a la elaboración de fertilizantes, plásticos, fibras, hules sintéticos, fármacos, refrigerantes y aditivos.

Dentro de un mundo globalizado, en el que se forman bloques, México se alió con los vecinos países del norte, Estados Unidos de América y Canadá para firmar el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica. Tratado en el que se pretende promover condiciones para la competencia justa, incrementar oportunidades de inversión, proporcionar protección adecuada a los derechos de propiedad intelectual, establecer procedimientos eficaces para la aplicación del TLC y eliminar barreras de comercio entre los países involucrados.

Creando poder hacer más rentable este tratado, fue que se puso en vigor la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, con la que consiguió una ruptura grave en las cadenas productivas de PEMEX, la separación entre PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica teniendo como consecuencia que fuera la Secretaria de Hacienda la encargada de designar los precios de comercialización entre estas entidades. Ocasionado que los costos de producción de muchos de los productos sean mucho más elevados que los precios de venta a nivel mundial dejando completamente fuera de la competencia mundial a gran parte de la producción petroquímica mexicana.

Este problema ha tenido como consecuencia que nuestro país tenga que importar más de 3 millones de toneladas de productos petroquímicos al año que se traducen en más de 600 millones de dólares al año. De la producción nacional de petroquímicos, PEMEX produce el 80% mientras que el resto es producido por industrias privadas, sin embargo, el 80% de las exportaciones son hechas por el sector privado.

Para contrarrestar estos números rojos se presentó durante el año 2000, una propuesta para la construcción del complejo petroquímico más grande de México que sería el redentor de esta rama, el Proyecto Fénix. Pero desafortunadamente, a pesar de los mejores esfuerzos de personas muy valiosas la propuesta dio marcha atrás y tan sólo se llevaron algunas mejoras en los Complejos Petroquímicos Cangrejera y Morelos, insuficientes para cubrir la demanda nacional.

La Industria de la Petroquímica Mexicana es de las ramas que más rezago tiene, el Ing. Arturo García Pérez, Director Ejecutivo del Proyecto Fénix manifestó que una de las principales causas para esta situación es la falta de integración en las cadenas productivas, desde la exploración y explotación, “*Upstream*”, hasta los procesos de refinación, producción petroquímica, de energía y demás derivados de petróleo, “*Downstream*”. El éxito con el que cuentan las grandes petroleras internacionales consiste en que en todos los eslabones de la cadena existe un apoyo y una planeación para el siguiente paso, ya sea dentro de la misma empresa o con convenios previos con otras empresas, un ejemplo muy claro es el caso de British Petroleum (BP) y Dow Chemicals en Houston. British Petroleum es la tercera petrolera más grande en el mundo y la cuarta compañía petroquímica más importante mientras que Dow Chemicals, es la segunda petroquímica más grande del mundo. A pesar de contar con esta rivalidad en la rama petroquímica, BP cuenta con un convenio con Dow con sus plantas de Houston para surtir de materias primas a la petroquímica. Este tipo de contratos son beneficiosos para ambas partes ya que Dow obtiene materias primas a buen precio y BP obtiene un amplio margen de ganancias debido a la gran cantidad de producto que vende.

En el caso de compañías como Exxon y Shell lo que hacen, es crear con su capital compañías independientes en diferentes etapas de la cadena productiva que hacen negocios entre ellas y que operan generando ganancias para ellas y a su vez para el corporativo. PEMEX ha tratado de integrar estos esquemas a sus empresas sin embargo no ha tenido el éxito esperado.

Por su parte ya como se mencionó con anterioridad, los causantes del mal estado en el que se encuentra esta industria según el Ing. Alejandro Villalobos Hiriart son: la falta de capacidad de producción que tiene las plantas, los costos elevados de producción, la falta de inversión para efectuar modernizaciones y la falta de competitividad.

La suma de estas opiniones dan un panorama bastante desalentador para la paraestatal, la falta de apoyo para conseguir materias primas a precios que permitan tener costos de producción competitivos por parte de PEMEX Gas y

Petroquímica Básica y PEMEX Comercio Internacional (PMI) han frenado el desarrollo de esta industria.

Como ya se mencionó con anterioridad, la petroquímica nacional cuenta con ramas de investigación casi nulas, desde que se planteó la idea de vender PEMEX Petroquímica, el Instituto Mexicano del Petróleo dio por terminadas todas las líneas de investigación en esta área, las universidades y demás centros de investigación han enfocado sus esfuerzos a áreas mucho más redituables como son la exploración, explotación y refinación. Algunos Complejos Petroquímicos en Coahuila han intentado retomar un poco de la investigación que se hacía hace algunos años.

Estos largos abandonos que PEMEX Petroquímica ha sufrido, son causantes de grandes estragos en su estructura, ya que la tecnología avanza a pasos agigantados y cuando la petroquímica mexicana intenta retomar su camino todos los demás países ya le llevan una gran ventaja y la tecnología que quisiera adquirir es cada vez más cara y compleja. Por otra parte, la petroquímica privada cuenta con centros de investigación de primer mundo en los cuales se desarrollan productos y procesos cada más innovadores que se consideran como tecnología de vanguardia.

La contribución que han tenido los Ingenieros Químicos dentro de esta rama es formar parte de los diversos equipos de trabajo en los que se sostiene la industria petroquímica. El equipo que actualmente desarrolla el Proyecto Fénix está formado por un 80% de Ingenieros Químicos tanto por parte de PEMEX como por parte de las industrias privadas. El equipo del Ing. García actualmente se encuentra desarrollando nuevas propuestas para que el sector privado vuelva a interesarse por invertir en esta rama industrial, la propuesta que se desarrolla no sólo debe involucrar aspectos financieros sino también comerciales y operacionales lo cual permite explotar al máximo la destreza de los ingenieros involucrados.

En el sector privado, la mayor parte los Ingenieros Químicos, son las cabezas en todas áreas tanto de negocios como de operaciones y proyectos lo que trae como consecuencia que sean empresas exitosas.

En el área de investigación hay una ausencia notoria de nuestros colegas, no causada por la falta de investigadores capaces sino por falta de interés y de apoyo en la investigación misma.

La petroquímica mexicana intenta no extinguirse, las empresas privadas se encuentran interesadas en continuar e incluso expandir sus negocios en México y PEMEX ve una nueva oportunidad con el nuevo sexenio. El proyecto Fénix es una inversión necesaria para la industria y para la paraestatal antes de llegar al extremo de tener que privatizar o vender los complejos. Se pretende presentar una nueva propuesta del Fénix utilizando como materia prima el etano proveniente de gas natural, con esta idea se intentará llamar de nuevo la inversión privada con el fin construir un complejo petroquímico que pueda satisfacer un mayor porcentaje de las demandas del país.

Se recomienda que las universidades, tecnológicos e institutos que forman ingenieros químicos en todo el país, deben preservar y reforzar la idea de que se debe trabajar por un bien común más que por un bien económico. La formación de profesionistas con una fuerte ética en su trabajo hará que los directores que se lleguen al frente de estas industrias conserven el espíritu de progreso y nacionalismo que requiere nuestro país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### Libros

- Chow, S, PETROQUÍMICA Y SOCIEDAD, Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
- Kaplan, M, REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y ESTADO DE DERECHO, Ed. UNAM Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, 1993.
- Leycher, A, SHELL CHEMICAL HANDBOOK, Shell Chemicals Limited, 2006.
- Montaño, A, PETROQUÍMICA EN MÉXICO, , Ed. UNAM Facultad de Química México, 1992.
- Quiroz, J.C, RECURSOS NATURALES E INGRESOS FISCALES EN MÉXICO: Retos presupuestarios y sector energético, Ed. Mono Comunicación, México, 2004.

### Revistas y Folleto

- Abdó, J, LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO, Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, México, 1965.
- Abdó, J, PETROQUÍMICA, Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, México, 1966.
- Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana, ANIQ, México, 2006.
- Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana, ANIQ, México, 2007.
- Folleto PEMEX PETROQUÍMICA, Instituto Mexicano del Petróleo, 2007.



- Ortiz, F, PETROQUÍMICA, Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, México, 1990.
- Reportaje Especial, EL RETO TECNOLÓGICO PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA NACIONAL, Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, México, 1996.
- Villobos – Hiriart, A, PROPUESTA DEL INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUÍMICOS PARA POTENCIAR EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN MÉXICO, Revista Tecnología, Ciencia y Educación, Vol. 22, México, 2006.

#### Páginas de internet

- Portal de BASF Venezuela S.A., [http://www.basf-venezolana.com.ve/historia\\_gb.asp](http://www.basf-venezolana.com.ve/historia_gb.asp), 2004.
- Portal Pemex Gas Y Petroquímica Básica, <http://www.gas.pemex.com/portaublico/>, 2007.
- Portal Pemex Petroquímica, <https://www.ptq.pemex.com/portaublico/>, 2007.

#### Entrevistas

- Entrevista Ing. Arturo García García, Director del Proyecto Fénix, 2007.
- Entrevista Lic. Ana Flores, Recursos Humanos Dow Chemicals México, 2007.