

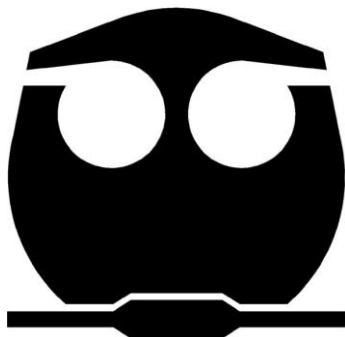


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PROPUESTA PARA EL IMPULSO DE LA
INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA, EN
BASE AL POTENCIAL DE INTEGRACIÓN ENTRE
SUS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A :
CUAUHTÉMOC GARCÍA QUEZADA



MÉXICO, D.F.

2009



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 Prof. *ALEJANDRO ANAYA DURAND*
Vocal Prof. *ALEJANDRO VILLALOBOS HIRIART*
Secretario Prof. *EDUARDO FLORES PALOMINO*
1º Suplente Prof. *JOSÉ LUÍS ZARAGOZA GUTIERREZ*
2º Suplente Prof. *ALEJANDRO ZANELLI TREJO*

Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de Química.

Asesor del Tema:

M. en E. Alejandro Villalobos Hiriart

Sustentante:

Cuauhtémoc García Quezada

Pensamiento

La imaginación es más importante que el conocimiento.

(Albert Einstein 1879-1955).

Por Mi Raza Hablará el Espíritu.

Agosto 2009

Dedicatorias

Dedico esta tesis:

A mi papá, Alfonso García M., por tu vida, por lo que tú y yo hemos crecido juntos, aprendido y superado, por lo que nos toca todavía compartir. ¡Te amo!

A mi mamá, Amelia Quezada Q. †, por tu vida, por tus enseñanzas, tus ejemplos, por tu fortaleza, por haber sido una persona destacada, por tu valentía para ser feliz.

A mi hermana, Xóchitl García Q., por tu vida, por lo que día a día aprendo de ti, por lo que hemos superado y lo que nos falta por aprender.

A Sara García M. †, por tu vida y amor incondicional.

A Héctor García M. por escucharme, por aconsejarme, por apoyarme incondicionalmente.

A las familias Limas Quezada, Perea Quezada y García Magaña por tantos y tantos momentos de convivencia, apoyo y comprensión.

A mis profesores Ernesto Rivas Pérez y Juan Carlos Ramírez Lujano, de quienes su motivación eventualmente se convirtió en mi elección por esta hermosa Profesión.

A Diana I. Cervantes por tanto apoyo, por tanta comprensión, por tanto aprendizaje, por tu amistad y amor incondicional, por tu vida, por tu luz.

A Arturo Barranca R. †, por las enseñanzas de vida que de tu amistad aprendí, por tu vida.

A Jaime Quintanar, por tu amistad, por escucharme, por tu comprensión, por tu confianza y ... por las próximas aventuras!!!

A mis profesores a quienes también agradezco su dedicación y apoyo en mi formación y en la realización de este trabajo:

Alejandro Anaya Durand, por tu filosofía de enseñanza, por tu comprensión, paciencia, y tu amor a la docencia y la formación de nuevos técnicos profesionistas, por los desafíos en tus clases, por tu legado a la Ingeniería Mexicana, por tu amistad.

A Alejandro Villalobos Hiriart, por tu dedicación y promoción al impulso de la industria petroquímica mexicana, por las visitas industriales las cuales junto a tus amplios conocimientos fueron enormemente ilustrativas. Por tu apoyo en la realización de este trabajo y tus expertas opiniones sobre el tema.

A Eduardo Flores Palomino, por tus amables observaciones a este trabajo y por tu acertada retroalimentación sobre la Industria Química Mexicana.

A todos los profesores junto con quienes aprendí y que contribuyeron a mi formación profesional durante mis estudios.

A mi querido México, a la UNAM, a la Facultad de Química.

A mis amigos y compañeros de la Facultad Chris Abner, Eva, Ana Elizabeth Pérez Domínguez, Adriana Vargas, Angie A.C., Bere, Christopher Árciga, Daniel Oso-T, Dulcetitto, Carlos Quintanar (Charles), Israel Gattuso, Edda, Ileana, Israel, Sofía Meneses, Ivón, Jacobo Aranda, Juan Mapache, Judith, Karen, Karina Jiménez C., Liliana, Mireille, Montserrat, Nadia Vera, Nik-T, Paty Fuentes, Paul Zambrano, Pau Gutiérrez, Gerardo Baloo, Rick H. Tablas, Saraí, Saúl, Neto, Kitzia, Sonia, Tania, Xóchitl Hernández, Aldo Ortínez, Ángel Sánchez, Jorge Torres, Daniuska, Diana Sánchez, Kathia, Fernando Ramírez, Gabriel Torres (el de las asesorías), Helena, Malena, Janeritte, Licha, Mabel, Clau (Toto), Metztli, Miguel Juárez Santacruz, Nestor Muñoz, Oliver, Omar González, Amparo Maya, Norma, Daniel Conde, Omar Vargas, Oscar Islas, Oswaldo Pascual, Sergio Checo, Sicilia, Vicky, Virgini Mademoiselle, Jafzibe, Verónica, Zoraida García, Gilberto Fuentes, Moisés y Noe, Moy, Gerardo Lumivi, Miguel Muciño, Mónica Rodríguez R., Karla Vázquez y aquellos de quienes no me alcancé a acordar y que también aprecio.

A mis amigos Euler y Fam. Quintanar, Rudy, Adolfo, Alex teacher, Itzel, Monserrat, Osirita, Javivis, Egle Maldutyte, Audrey Gouzot, Yanina Bataglia, Denitsa Velikova, Belem, Cedric, Martín Barranca, Dulce Lara, Erick y Karla Schlebach, Ruth Herrera, Gabby, Sil, Valentina, America, Lau, Pame, Lorena, Gabriel Torres (el de las asesorías), Hilda Vargas, Horacio Horn, Jaqueline, Adán Ortiz, Yukio Hara, Marius, Valh, Paty G. Chávez, Ana María, Osvaldo, David y Fam. Cervantes, Pamela Higareda, Eunice, Janis, Rubí Martínez, Samanta, Víctor.

A mis compañeros de estudio que comiencen el proceso de titulación, esperando sea útil en sus proyectos.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1. Objetivo General	16
1.2. Objetivos Particulares	16
1.3. Estrategia de Trabajo	16
2. CONTEXTO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. El Inicio en México de la Industria Petroquímica Básica, 1950-1970	22
2.1.2. <i>El Crecimiento Acelerado, 1971-1985</i>	24
2.1.3. <i>La Reestructuración y los Intentos de Privatización</i>	27
2.1.4. <i>Situación Actual de la Industria Petroquímica</i>	30
2.2. Marco legal.....	34
2.3. Aspectos políticos	44
3. ENTORNO COMERCIAL.....	46
3.1. Mercado internacional.....	46
3.1.1. Cadena del etileno	54
3.1.2. Cadena del propileno	57
3.1.3. Gasolinas Naturales	59
3.2. Mercado interno	61
4. SINERGIA DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS	70
4.1. Aspectos tecnológicos.....	78
4.2. Otros aspectos.	80
5. ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN MÉXICO	83
5.1. Instalaciones y Espacios de la Industria Petroquímica.....	83

5.2.	Potencial Geográfico Comercial	89
5.3.	Recursos disponibles	91
6.	LA PROPUESTA	94
6.1.	Propuestas técnicas	94
7.	ANÁLISIS	101
8.	CONCLUSIONES	113
9.	REFERENCIAS	120
10.	ANEXOS	125
10.1.	Método de Causa y Efecto de Kaoru Ishikawa	125
10.2.	Memoria de cálculo del esquema de producción en 2007	125
10.3.	Relación de Capacidad Instalada (CI) y Producción con Consumo Nacional Aparente (CNA)	127
10.4.	Tecnologías recientes	130

Índice de Cuadros

<i>Cuadro 1: Productos petroquímicos de PEMEX en 1969, Memoria de labores 1969.</i>	23
<i>Cuadro 2: Leyes que conformaron la reforma energética de 2008.</i>	35
<i>Cuadro 3: Organismos subsidiarios de PEMEX a partir de la reestructuración de 1992.</i>	38
<i>Cuadro 4: Petroquímicos básicos establecidos en la legislación mexicana.</i>	42

Índice de Diagramas

<i>Diagrama 1: Cadena productiva integrada.</i>	71
<i>Diagrama 2: Cadena productiva desintegrada.</i>	71
<i>Diagrama 3: Balance de etano (Únicamente se aprovecha el 52% en petroquímica, el resto de reinyecta a la red de gasoductos y se vende como energético).</i>	93

Índice de Esquemas

<i>Esquema 1: Procesamiento propuesto para la corriente efluente de crudo despuntado en el complejo petroquímico Cangrejera.....</i>	<i>94</i>
<i>Esquema 2: Esquema de producción para derivados del propileno obtenido en el proceso DCC de la corriente de crudo pesado.</i>	<i>95</i>
<i>Esquema 3: Los mercados nacionales en los que impacta la elaboración de estos productos a partir del crudo despuntado efluente del complejo petroquímico Cangrejera.....</i>	<i>96</i>
<i>Esquema 4: De la obtención de etileno, se puede aprovechar como se muestra en este esquema de producción.</i>	<i>97</i>
<i>Esquema 5: Los derivados del etileno sugeridos, satisfacen también varios mercados nacionales.</i>	<i>98</i>
<i>Esquema 6: Propuesta de aprovechamiento de gasolinas naturales.....</i>	<i>100</i>
<i>Esquema 7: Derivados y aplicaciones de las gasolinas naturales.....</i>	<i>100</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Meta del presente trabajo.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2: Temas relacionados a la meta.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3: Alcance del trabajo presentado.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4: Esquema de trabajo.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5: Estrategia de trabajo.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6: Ref. IMIQ Estudio de localización de nueva refinería.....</i>	<i>73</i>

Índice de Gráficas

<i>Gráfica 1: Inversión en PEMEX y sus organismos subsidiarios. Ref. Anuario Estadístico de Pemex 2008.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfica 2: Producto Interno Bruto de países seleccionados: Ref. https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook.....</i>	<i>49</i>

<i>Gráfica 3: Ciclos económicos de la Industria Petroquímica Internacional. Ref. Anuario estadístico de la Industria Petroquímica 2007.....</i>	49
<i>Gráfica 4: Distribución de la capacidad instalada mundial de químicos básicos y plásticos. Ref. Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007, SENER.</i>	50
<i>Gráfica 5: Aprovechamiento del mercado interno por subrama. Ref. Elaborado con datos de la Secretaría de Energía.....</i>	64
<i>Gráfica 6: Distribución del presupuesto federal de PEMEX a sus organismos subsidiarios. Ref. Elaborado con datos del Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.</i>	67
<i>Gráfica 7: Inversión en PEMEX 2007. Ref. Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.</i>	68
<i>Gráfica 8: Volumen en valor de las ventas de petroquímicos de PEMEX. Ref. Elaborado con datos de las Memorias de Labores y los Anuarios Estadísticos de Petróleos Mexicanos 2008.</i>	69
<i>Gráfica 9: Destino de la producción de crudo mexicano. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.</i>	92

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Tren de destilación en Coatzacoalcos, Veracruz.....</i>	25
<i>Ilustración 2: Logotipos Cydsa y Celanese.....</i>	28
<i>Ilustración 3: Torre de PEMEX-Petroquímica en Veracruz.</i>	29
<i>Ilustración 4: Cadenas productivas de la industria petroquímica. Ref. Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007.</i>	48
<i>Ilustración 5: Centro Procesador de Gas Poza Rica.....</i>	75
<i>Ilustración 6: Refinería de Salamanca.....</i>	76
<i>Ilustración 7: Unidad Petroquímica Escolín.</i>	76
<i>Ilustración 8: Unidad Petroquímica La Cangrejera.</i>	77
<i>Ilustración 9: Unidad Petroquímica Morelos.</i>	77
<i>Ilustración 10: Unidad Petroquímica Pajaritos.....</i>	78

<i>Ilustración 11: Áreas de especialidad del Instituto Mexicano del Petróleo.</i>	79
<i>Ilustración 12: Instituto Mexicano del Petróleo, Cd. de México.</i>	79
<i>Ilustración 13: Distribución geográfica de los Centros Procesadores de Gas de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica.</i>	84
<i>Ilustración 14: Distribución geográfica de las refinerías a cargo de PEMEX-Refinación.</i>	85
<i>Ilustración 15: Distribución geográfica de las instalaciones de PEMEX-Petroquímica.</i>	87
<i>Ilustración 16: Distribución geográfica de las regiones de México con Industria Petroquímica Privada.</i>	88
<i>Ilustración 17: Rutas comerciales potenciales para derivados de la industria petroquímica.</i>	90

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Producción de PEMEX-Petroquímica. Ref. Anuario estadístico de petróleos mexicanos 2008</i>	31
<i>Tabla 2: Distribución de los productos por grupos en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2007 y Balance Nacional de Energía, SENER 2008.</i>	32
<i>Tabla 3: Distribución de petroquímicos básicos en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	32
<i>Tabla 4: Distribución de derivados de metano en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	33
<i>Tabla 5: Distribución de derivados de etano en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	33
<i>Tabla 6: Distribución de aromáticos y derivados en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	33
<i>Tabla 7: Distribución de propileno y derivados en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	33
<i>Tabla 8: Distribución de otros materiales en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.</i>	34

<i>Tabla 9: Función de los organismos subsidiarios de PEMEX.</i>	39
<i>Tabla 10: Repartición de actividades entre el sector público y privado entre 1996 y 2008.</i>	41
<i>Tabla 11: Principales productores petroquímicos en 2007 (MTA). Ref. Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007, SENER.</i>	51
<i>Tabla 12: Capacidad Instalada de la Industria Petroquímica Mexicana 2005-2007. Ref. Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007.</i>	62
<i>Tabla 13: Relación entre Capacidad Instalada (CI) y Producción con el Consumo Nacional Aparente (CNA). Ref. Elaborado con datos de la Secretaría de Energía. Para consultar la memoria de cálculo revisar el Anexo 10.3</i>	65
<i>Tabla 14: Relación de Capacidad Instalada y Producción para intermedios. Ref. Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007 (SENER) y Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.</i>	66
<i>Tabla 15: Destino de la producción nacional de crudo. Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2008.</i>	92
<i>Tabla 16. Propiedades de la industria petroquímica internacional.</i>	114
<i>Tabla 17. Oportunidades de mercado internacional para México.</i>	118
<i>Tabla 18. Oportunidades de mercado internacional para México (cont.)</i>	119

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, México enfrenta un rezago importante en el desarrollo de su industria petroquímica, como prueba de ello basta con observar el alarmante crecimiento en el volumen de importación de productos petroquímicos primarios y secundarios que, como materias primas, se requieren para elaborar una amplia variedad de productos a través de diferentes cadenas para lograr productos de usuario final.

En México, la balanza comercial de la industria química muestra una tendencia marcada con el aumento de las importaciones, pasando de 30% en 1995 a 50% en 2001 y a 65% en 2006, con una balanza comercial en la Industria Química negativa de menos 8,371 millones de dólares.

Hoy, la economía Mexicana se ve amenazada por el incremento de la competitividad de los productos petroquímicos provenientes de países asiáticos como China, debido principalmente a la inversión en plantas petroquímicas con tecnología de punta y cuya capacidad permite la economía de escala, obteniendo así costos unitarios de producción capaces de sacar del mercado a plantas petroquímicas como las de México, además de la tendencia en aumento en la importación de productos terminados para consumo directo del usuario final.

En México, algunos de los factores que han limitado el desarrollo de la industria petroquímica los últimos 17 años, han sido el marco legal y fiscal

que las rige, la política de precios sobre productos estratégicos y la burocracia en el inicio de nuevos proyectos. Dando como resultado, el desaprovechamiento de corrientes de proceso como el etano, propileno, gasolinas naturales y petróleo pesado, representando esto el rompimiento de las cadenas productivas, así como la desintegración entre refinerías y procesadoras de gas.

En este trabajo se presenta una propuesta que permita el aprovechamiento de las oportunidades que México tiene para el desarrollo de la Industria Petroquímica Mexicana.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

- Generar una propuesta para impulsar la Industria Petroquímica Mexicana, en base al potencial de integración entre sus sectores público y privado.

1.2. Objetivos Particulares

- Describir como está compuesta la Industria Petroquímica en México.
- Analizar la situación actual de la Industria Petroquímica Mexicana en las cadenas productivas del Etano, Propileno, Gasolinas Naturales y Petróleo Pesado.
- Analizar el marco legal que rige los derechos y obligaciones para los industriales de la Industria Petroquímica Mexicana.
- Proponer maneras de integración en las cadenas productivas analizadas.
- Demostrar que el tesoro de la industria está en los recursos naturales y en los bienes de capital.

1.3. Estrategia de Trabajo

Para esta disertación, se emplea el método de Causa y Efecto de Kaoru Ishikawa. Este método conocido como el diagrama Causa - Efecto o Diagrama Esqueleto de Pescado es una técnica gráfica que permite identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado; Ilustra también la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y un resultado específico dado.

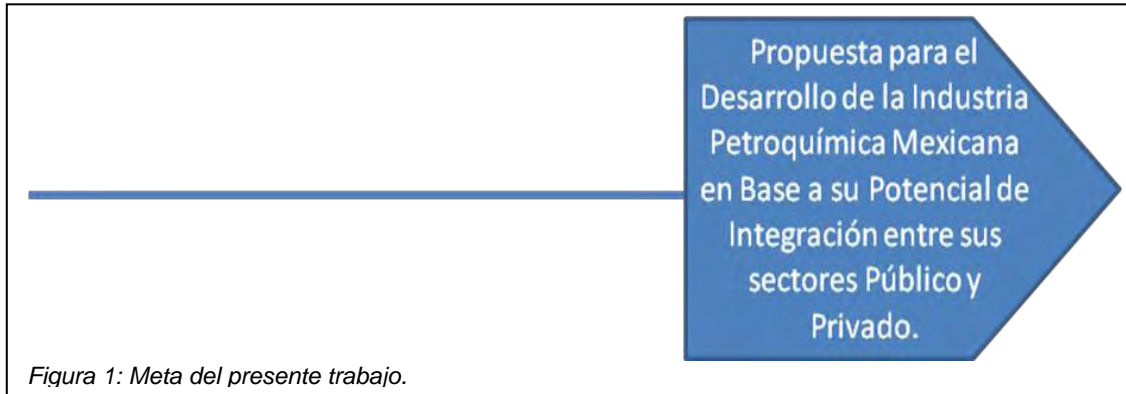
Para mayor información sobre este método, puede consultarse el

[Anexo 10.1.](#)

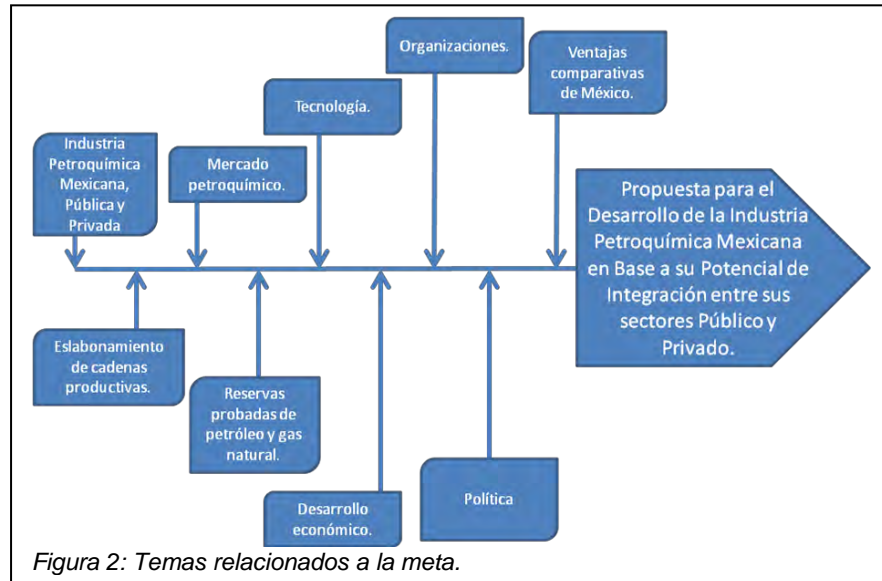
A continuación presento la aplicación de este método.

1. Propósito: Elaborar la Propuesta para el Desarrollo de la Industria Petroquímica Mexicana en Base a su Potencial de Integración entre sus Sectores Público y Privado.

2. Diagrama:



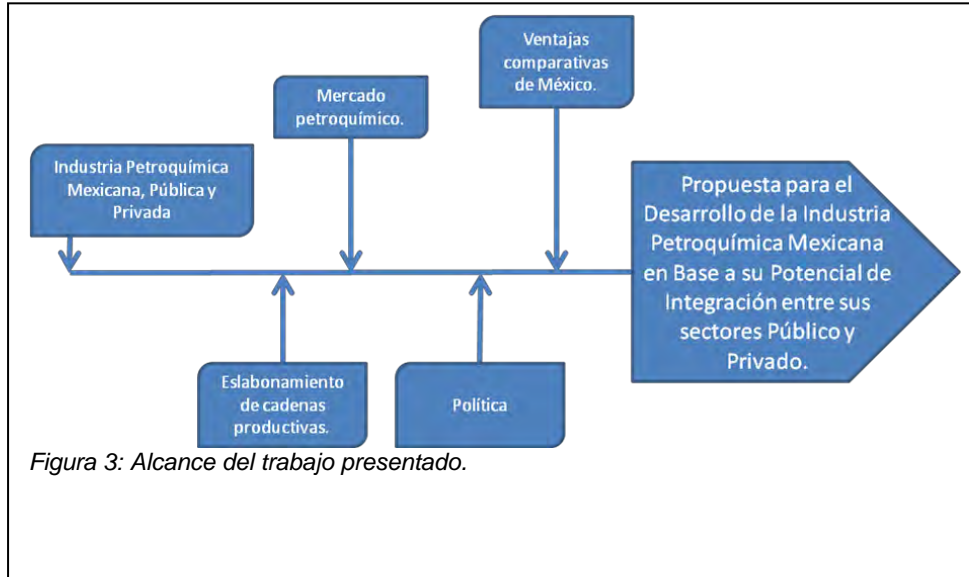
Tormenta de ideas: Industria Petroquímica Pública y Privada, eslabonamiento de cadenas productivas (sinergias y conflictos), mercados Nacional e Internacional, reservas probadas de petróleo y gas natural, tecnología, desarrollo económico, organizaciones, leyes, códigos y reglamentos.



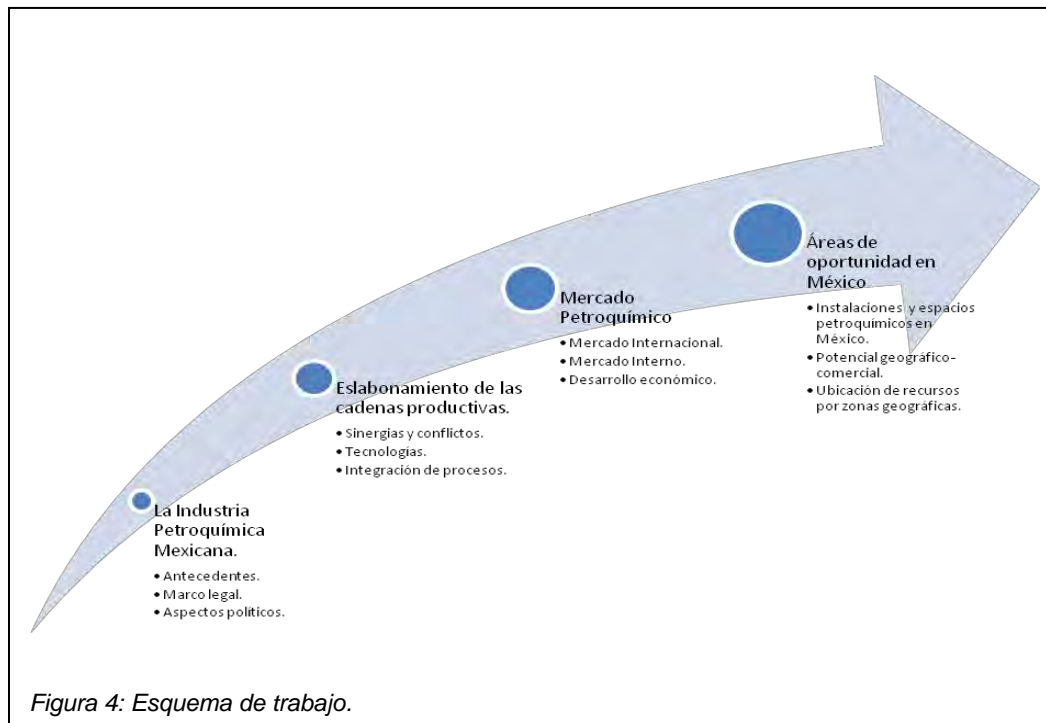
3. Causas principales que contribuyen al efecto estudiado:

- *La Industria Petroquímica Mexicana, su historia como antecedentes.*
- *Eslabonamiento de las cadenas productivas, sinergias y conflictos, la integración productiva como estrategia.*
- *Mercado Petroquímico, distribución y expectativas.*
- *Ventajas comparativas de México.*
- Leyes códigos y Reglamentos, el entorno legal. ESTE PUNTO SE TRATARÁ DENTRO DE LA HISTORIA DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA.
- Tecnologías, actuales y emergentes. ESTE PUNTO SE TRATARÁ JUNTO CON LA “ESPINA” INTERACCIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS”.

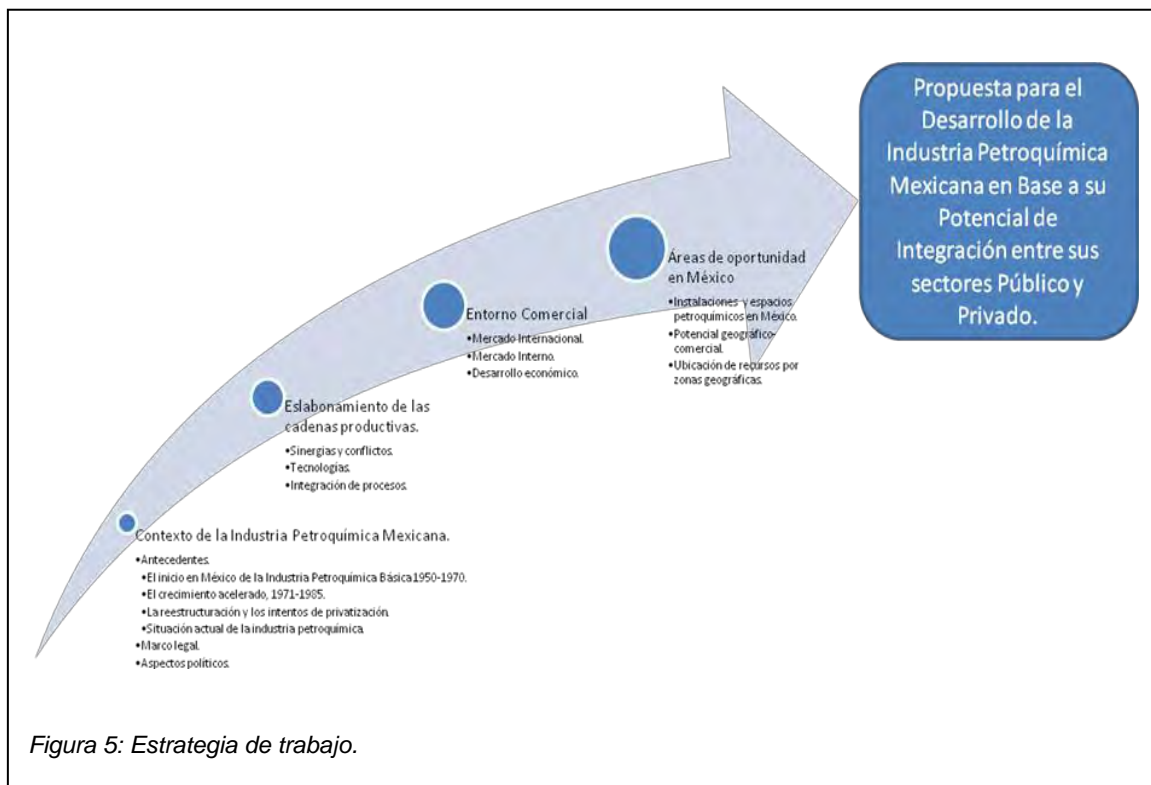
-
- Desarrollo económico, relevancia de la Industria Petroquímica en el Producto Interno Bruto. SE TRATARÁ ESTE TEMA JUNTO CON LA “ESPINA” MERCADO PETROQUÍMICO.
 - Reservas de hidrocarburos, el origen de las cadenas productivas petroquímicas. LO PONGO EN SEGUNDO TÉRMINO PUES HAY CAPACIDAD PRODUCTIVA, MAS NO UNA DISTRIBUCIÓN ADECUADA.
 - La espina POLÍTICA se tratará dentro de “La industria petroquímica Mexicana”.
 - Organizaciones e Instituciones, su participación y rol. SE DESCARTA.
4. Estas causas principales “acotadas” se convierten en las etiquetas principales de cada espina del esqueleto del pescado. Quedando el diagrama como sigue:



5. De cada espina se identificaron otros factores específicos que pueden ser las causas específicas del efecto. Y que, modificando la presentación del diagrama se muestra como sigue:



6. Aplicando aquí los puntos 6, 7 y 8 del método Ishikawa, y de la selección de material bibliográfico encontrado, se identificaron niveles más detallados de información, se analizó el diagrama haciendo ajustes a los nombres de las características principales y se actúa sobre este diagrama final, el cual da como resultado la esencia de la estructura capitular de este trabajo. Se muestra a continuación el diagrama definitivo sobre el



cual se basa esta disertación:

2. CONTEXTO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA MEXICANA

2.1. Antecedentes

2.1.1. El Inicio en México de la Industria Petroquímica Básica, 1950-1970

La Industria Petroquímica Mexicana inicia en 1947, cuando la empresa estatal Guanos y Fertilizantes de México (Guanomex) extiende su línea de acción a los fertilizantes sintéticos, produciendo por primera vez amoníaco a partir de gas natural. Ante las ventajas que representó el uso de los hidrocarburos como fuente de materias primas y la sustitución conveniente de importaciones de petroquímicos, se creó un movimiento de opinión a favor de revisar la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. Si bien, esta se realizó a finales de 1958, no quedó claramente definida la delimitación de funciones a nivel de productos específicos entre las industrias estatal y privada, aunque quedó establecida la decisión del Estado Mexicano de participar directamente y de imponer cierto control al desarrollo de la industria petroquímica.

En 1959, Petróleos Mexicanos inicia un programa de desarrollo de la industria petroquímica, contemplando la construcción de 28 plantas en cinco años, representando quizá el esfuerzo de mayor alcance realizado en el país.

A finales de los años sesentas, la industria petroquímica mexicana ya era una realidad, y Petróleos Mexicanos elaboraba 26 productos petroquímicos, con los cuales empresas mexicanas del sector privado

elaboraban urea, plásticos, fibras, detergentes, fertilizantes, pesticidas, colorantes, medicamentos, elastómeros, explosivos, solventes, artículos para la construcción, pinturas, e insumos para la industria petrolera.

Los productos petroquímicos que PEMEX ya elaboraba en 1969 son: Acetaldehído, ácido muriático, alquilarilo pesado, amoniaco, anhídrido carbónico, aromáticos pesados, azufre, benceno, ciclohexano, cloruro de vinilo, dicloroetano, dodecibenceno, estireno, etano, etilbenceno, etileno, hexano, heptano, isopropanol, meta- y para-xilenos, metanol, orto-xileno, polietileno, propileno, tetrámero de propileno y tolueno.

Cuadro 1: Productos petroquímicos de PEMEX en 1969, Memoria de labores 1969.

La producción de petroquímicos en PEMEX pasó de 57,000 toneladas con cinco productos en 1962, a 1.9 millones de toneladas con 26 productos en 1970, mostrando una tasa media de crecimiento anual de más del 42% en un decenio.

Las materias primas para elaborar los productos petroquímicos fueron principalmente gas natural, para el amoniaco y el metanol; el etano proveniente del gas natural para el etileno, y las naftas, obtenidas de la refinación del petróleo, para compuestos aromáticos, benceno, tolueno, para- y orto-xileno.

De 1950 a 1970 el sector industrial, particularmente la rama de las manufacturas, mostró mayor dinamismo que cualquier otra actividad productiva. Ese último año, dicho sector participó con 40% en el Producto Interno Bruto, comparado con el 26% en 1950.

A finales de 1970, el amoniaco representaba el 36% de la producción de productos petroquímicos de PEMEX con 613,000 toneladas anuales, las cuales no alcanzaban a cubrir el mercado nacional. Dado que el amoniaco se

ofertaba a precio subsidiado representando el 20% del valor total de la producción, los derivados del etano sobresalieron con una participación del 30% aunque su volumen solo alcanzaba el 27%.

Los aromáticos con el segundo lugar, representaban el 24% del volumen total y el 27% en términos de valor, mientras que el resto de la producción estaba en la línea de productos derivados del propileno, principalmente isopropanol y dodecibenceno. El azufre representaba el 5%.

A partir de 1970 los márgenes de producción de petroquímicos en México empezaron a verse limitados, pues las plantas de gran capacidad y las tecnologías desarrolladas para fabricantes en otros países pusieron en desventaja los costos de producción de las plantas de PEMEX, plantas que fueron sufragadas con créditos atados limitados además de ser de baja capacidad. A pesar de los altos costos de producción, se continuó promocionando la industria petroquímica privada ofreciendo los productos de PEMEX a precios menores que los internacionales. La solución que se dio al problema de las crecientes importaciones fue darle prioridad a los proyectos para producir los productos deficitarios e incrementar la escala de producción de las plantas de PEMEX.

2.1.2. El Crecimiento Acelerado, 1971-1985

El objetivo principal de este periodo fue alcanzar la autosuficiencia por medio de la sustitución de importaciones, sin embargo, a pesar de la creciente magnitud de las inversiones en PEMEX en ningún momento se satisface

totalmente la demanda, que siempre registra fuertes incrementos dado el crecimiento del país.

Con el descubrimiento de los yacimientos de Cantarell en 1974, y la elevación de los precios internacionales de los productos de PEMEX, se obtuvo los recursos necesarios para iniciar un programa de expansión petroquímica, alcanzando en 1985 una capacidad instalada para 16 millones de toneladas y una producción de 11 millones de toneladas. Sin embargo, a partir de 1976 los precios internos de producción de petroquímicos de PEMEX comenzaron a distanciarse de los precios internacionales, lo que junto a devaluaciones sucesivas del peso incrementaron fuertemente la importación de petroquímicos.

En 1983, los petroquímicos básicos e intermedios nacionales se continuaban colocando en el mercado interno a precios inferiores a los vigentes en el mercado internacional, sin embargo no se consideró prioritario racionalizar los costos de producción y no obtener utilidades en las plantas petroquímicas, además la contabilidad de costos se manejaba en conjunto con las demás actividades de PEMEX.

En el periodo de 1984 a 1994, los subsidios se eliminaron gradualmente y se inició un proceso de liberación y desregulación a efecto de elevar



Ilustración 1: Tren de destilación en Coatzacoalcos, Veracruz.

la competitividad de la industria. En 1986, PEMEX dejó de importar y distribuir a la industria con subsidios los productos petroquímicos básicos que no elaboraba o producía de forma suficiente. En ese año, la lista de productos básicos se redujo de 70 a 36, en 1989 a 20 y a 19 en 1991. Aunque esto no detuvo la producción de la mayoría de estos materiales, ahora podían también ser fabricados por particulares.

En 1985 se elaboraban 42 productos básicos e intermedios, 70% en el Estado de Veracruz, donde la región de Coatzacoalcos se había convertido en el bastión de la petroquímica, pues allí se localizaron cuatro grandes Complejos Petroquímicos, el de Cangrejera que termina su proceso de construcción ese año, los de Cosoleacaque y Pajaritos, y adicionalmente, se inicia la fase del proyecto y la construcción del Complejo de Morelos. En el Norte de Veracruz, en la Ciudad de Poza Rica operaba el Complejo de Escolín.

A pesar de las grandes inversiones erogadas, no se logró la autosuficiencia nacional y, en 1982, se importó el 13.5% del consumo nacional aparente.

En este periodo, la petroquímica nacional del sector privado, creció subvencionada en medio de una política nacionalista profunda con el objetivo de promover la inversión en este sector de esta industria. PEMEX ofertó productos petroquímicos con precios subsidiados, absorbiendo además el costo de transporte de los mismos hasta las plantas de los clientes. Esto ocasionó que en el desarrollo de la mayoría de los proyectos de la iniciativa

privada, no se tomara la debida importancia que la ubicación geográfica y los costos de operación representaban en escenarios menos alentadores.

El crecimiento del mercado interno, en cantidad y variedad, convirtió gradualmente los subsidios y costos de distribución en grandes pasivos contables de PEMEX, principalmente por aquellos materiales que elaboraba de forma insuficiente, completados con importaciones y ofertados con subsidios.

En 1985, debido a la problemática de los subsidios y los altos costos de distribución, se eliminó casi súbitamente la subvención, desregulando además gran parte de la petroquímica pública y cambiando el panorama petroquímico nacional. A partir de entonces, la petroquímica privada instalada no estratégicamente, a lo largo y ancho del país, se enfrentó a las desventajas que su localización geográfica y los costos de transporte de materia prima representaron en el nuevo balance. El desarrollo de la industria petroquímica privada se había dado con criterios geográficos y económicos distorsionados, y la forma repentina de cambiar la política de un nacionalismo estricto a la apertura extrema del sector, congeló las posibilidades de una reorganización geográfica en torno a las plantas productivas de PEMEX en el corto plazo.

2.1.3. La Reestructuración y los Intentos de Privatización

Durante el periodo entre 1986 y 1996 se redujeron fuertemente las inversiones en proyectos nuevos en la industria petroquímica y sólo se

concluyó la construcción de las plantas que tenían mayor avance en el Complejo Petroquímico Morelos, como fueron el tren de derivados del etano, incluyendo una planta de fraccionamiento de hidrocarburos, etileno, oxígeno, óxido de etileno, propileno, polipropileno y polietileno de alta densidad.

Para poder terminar la construcción de las plantas de acrilonitrilo y acetaldehído, se hicieron esquemas de ventas a futuro con las empresas de la iniciativa privada que estaban interesadas en esos productos,



Cydsa y Celanese, de tal forma que la construcción de ese complejo se terminó hacia 1989. Cabe mencionar que quedaron sin construirse las plantas de butadieno, ácido acrílico, acroleína y propileno. Para esta última planta se aprobó presupuesto en 1992 y fue arrancada finalmente en 1994, cerrando con ello el ciclo de incrementos de capacidad y de nuevas plantas en ese siglo. En ese mismo periodo se concreta por las empresas de la iniciativa privada, la construcción del otro gran polo de desarrollo petroquímico nacional en Altamira, Tamaulipas.

En 1996, con la reforma de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional se limita el campo de acción de PEMEX a la elaboración, transporte, distribución y las ventas de primera mano de los compuestos denominados petroquímicos básicos, los cuales en el medio internacional son considerados como productos petrolíferos, tales productos son metano,

cuando provenga de carburos de hidrógeno, obtenidos de yacimientos ubicados en el territorio nacional y se utilice como materia prima en los procesos industriales petroquímicos; etano, propano, butano, pentano y hexano, heptano, la materia prima para negro de humo y las naftas. A partir de esta modificación, la elaboración de amoniaco, metanol, etileno, propileno, butilenos, butadieno, benceno, tolueno, para- y orto-xileno puede realizarse por empresas de la iniciativa privada y, el gobierno deja de considerar estratégica a la industria petroquímica pública.

El espíritu y la trascendencia de la reforma al marco jurídico se centraba en la idea de facilitar la promoción de inversiones en el campo que antes era facultad de PEMEX, a las empresas de la iniciativa privada, pero desafortunadamente ninguna empresa se interesó en invertir en tal infraestructura y el suministro de los compuestos petroquímicos que no producía PEMEX se hizo por medio de importaciones, que al paso del tiempo se volvieron masivas.

No sólo se ignoró que la presencia de Petróleos Mexicanos ha sido y es relevante, tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo en la industria petroquímica, sino que se trató de privatizar a la recién formada PEMEX Petroquímica. La Secretaría de Energía, la



Ilustración 3: Torre de PEMEX-
Petroquímica en Veracruz.

Secretaría de Planeación, la Secretaría de Hacienda y la administración de PEMEX del sexenio 1994 al 2000, aprobaron iniciar un desmembramiento del Corporativo de PEMEX Petroquímica y crearon en cada Complejo y Unidad Petroquímica una empresa filial con autonomía de gestión. Posteriormente, lograron que el Congreso aprobara la desincorporación de algunas de esas empresas filiales, inclusive se iniciaron los concursos ofertando al Complejo de Cosoleacaque y al de Morelos. Las propuestas presentadas por las compañías interesadas fue de un monto tan bajo, que ambos concursos se declararon desiertos.

2.1.4. Situación Actual de la Industria Petroquímica

El cambio de la estrategia prioritaria que tenía el desarrollo de la industria petroquímica desde 1958 hasta 1996, cuando fue reformada la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, que ocasionó que PEMEX Petroquímica dejara de ser el motor de la industria petroquímica nacional, fue el hecho trascendental, del cual sucedieron una serie de acontecimientos que derivaron a una pérdida del desarrollo de la industria y a un incremento masivo de las importaciones de productos petroquímicos, principalmente desde los Estados Unidos. Entre estos acontecimientos se puede señalar el desinterés del gobierno federal en la inversión para el desarrollo de PEMEX Petroquímica.



Producción de petroquímicos por complejo petroquímico (miles de toneladas)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Variación 2007/2006 (%)
Total	11 513	9 961	7 991	6 836	5 994	5 889	6 085	6 223	6 219	6 572	7 496	14.1
La Cangrejera	3 263	2 732	2 465	1 985	1 936	2 088	2 549	2 747	2 817	2 698	3 239	20.1
Cosoleacaque	4 165	3 888	2 836	1 922	1 468	1 433	1 192	1 503	1 161	1 319	1 748	32.5
Morelos	1 786	1 641	1 379	1 470	1 447	1 319	1 551	1 470	1 533	1 553	1 481	-4.6
Pajaritos	939	858	813	857	699	675	503	222	529	865	966	11.7
Salamanca ^a	423	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Martín Texmelucan	263	256	215	241	200	180	200	175	94	99	23	-76.8
Camargo	316	305	15	162	95	61	-	-	-	-	-	-
Tula	64	60	52	61	36	56	57	63	58	-	27	-
Escolín	258	211	217	137	112	78	32	43	28	38	10	-73.7
Reynosa ^b	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a. A partir de 1998 Pemex-Refinación opera las plantas de amoníaco e isopropanol localizadas en este centro.
b. A partir de 1999 la Unidad Petroquímica se encuentra fuera de operación.

Tabla 1: Producción de PEMEX-Petroquímica. Ref. Anuario estadístico de petróleos mexicanos 2008

La pérdida de producción de productos petroquímicos básicos e intermedios, ha ocasionado que la participación de PEMEX Petroquímica, en el volumen de producción nacional de petroquímicos se haya mantenido en el orden de 36% anual y alrededor del 9% de la demanda nacional.

El esquema de producción de petroquímicos en 2007 por Petróleos Mexicanos a través de sus organismos subsidiarios incluyó el aprovechamiento de 1,125,700,500 barriles de petróleo crudo (pesado) y 403,340,290.6 barriles de petróleo crudo equivalente en gas natural. Considerando a cada barril de petróleo crudo como su equivalente, entonces durante 2007 se destinaron 1,529,040,791 barriles de petróleo crudo equivalente sólo al sector petroquímica, elaborando productos de acuerdo a la siguiente distribución. Para consultar la memoria de cálculo, revisar el [anexo 10.2](#).

1 barril de petróleo crudo equivalente	0.0602641 Kg de petroquímicos básicos.
	0.1060899 Kg de Derivados de metano
	0.1487770 Kg de Derivados del etano
	0.0763573 Kg de Aromáticos y derivados
	0.0026822 Kg de Propileno y derivados
	0.0938773 Kg de Otros materiales

Tabla 2: Distribución de los productos por grupos en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2007 y Balance Nacional de Energía, SENER 2008.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.0602641 Kg de Petroquímicos básicos, corresponde a:	0.0022257 Kg de Hexano
	0.0330596 Kg de Azufre
	0.0219028 Kg de Materia prima para negro de humo
	0.0004794 Pentanos
	0.0004166 Kg de Heptano
	0.0010843 Kg de butano
	0.0004737 Kg de propano
	0.0011528 Kg de Solvente de absorción
	0.0000342 Kg de otros

Tabla 3: Distribución de petroquímicos básicos en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.1060899 Kg de Derivados de Metano, corresponde a:	0.0433719 Kg de amoniaco
	0.0620332 Kg de anhídrido carbónico
	0.0006848 Kg de metanol

Tabla 4: Distribución de derivados de metano en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.1487770 Kg de Derivados de Etano, corresponde a:	0.0134110 Kg de Cloruro de Vinilo
	0.0223137 Kg de Dicloroetano
	0.0571253 Kg de Etileno
	0.0093021 Kg de Glicoles etilénicos
	0.0171775 Kg de óxido de etileno
	0.0089026 Kg de Polietileno de alta densidad
	0.0204304 Kg de Polietileno de baja densidad

Tabla 5: Distribución de derivados de etano en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.0763573 Kg de Derivados de aromáticos y derivados, corresponde a:	0.0007990 Kg de aromáticos pesados
	0.0068482 Kg de aromina 100
	0.0067341 Kg de benceno
	0.0076471 Kg de estireno
	0.0085032 Kg de etilbenceno
	0.0002283 Kg de fluxoil
	0.0016550 Kg de ortoxileno
	0.0106718 Kg de paraxileno
	0.0099869 Kg de tolueno
	0.0017120 Kg de xilenos
	0.0070765 Kg de hidrocarburo de alto octano
	0.0144383 Kg de gasolina amorfa

Tabla 6: Distribución de aromáticos y derivados en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.0026822 Kg de propileno y derivados, corresponde a:	0.0000571 Kg de acetonitrilo
	0.0001712 Kg de ácido cianhídrico
	0.0013696 Kg de acrilonitrilo

Tabla 7: Distribución de propileno y derivados en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

1 barril de petróleo crudo equivalente que produjo 0.0938773 Kg de otros materiales, corresponde a:	0.0080466 Kg de ácido clorhídrico
	0.0028534 Kg de ácido muriático
	0.0019974 Kg de butano crudo
	0.0006278 Kg especialidades petroquímicas
	0.0007419 Kg heptano
	0.0031958 Kg de Hexano
	0.0091880 kg de hidrógeno
	0.0060492 Kg de nitrógeno
	0.0233980 kg de oxígeno
	0.0063916 Kg de pentanos
0.0313875 Kg de tetracloruro de carbono	

Tabla 8: Distribución de otros materiales en 2007. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008 y Balance Nacional de Energía, SENER 2007.

2.2. Marco legal

La industria, como todo en las sociedades ordenadas, tiene un marco legal que la rige, el cual también tiene cambios al paso del tiempo principalmente por aspectos económicos, políticos, y de disponibilidad de recursos naturales (explotación y ecología) entre otros, llevando a la industria a través de diferentes escenarios.

La Industria Petroquímica Mexicana ha estado regida durante varias décadas por los Artículos 27 y 28 de la Constitución Política, la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos (luego derogada y sustituida por la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios), y la Ley Federal de Competencia Económica.

Recientemente, el 28 de noviembre de 2008, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el conjunto de leyes y reformas que constituyen la renombrada Reforma Energética, iniciando con ello la transición entre el marco legal vigente y el nuevo que lo sustituirá.

La Reforma Energética está constituida por:

- *La Ley de Petróleos Mexicanos,*
- *La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética,*
- *La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía,*
- *La Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos,*
- *Reforma y adición a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo,*
- *Reforma y adición del Artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal,*
- *Reforma y adición a la Ley de la comisión reguladora de energía.*

Cuadro 2: Leyes que conformaron la reforma energética de 2008.

A continuación se comentan los cambios relevantes que las leyes que han tenido desde el inicio de la Industria Petroquímica en México.

En 1958 se promulga la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, sustituyendo a la previa ley vigente en este ramo. En esta ley, se establece el término *Industria Petrolera*, que se refiere a todas las actividades de la industria del petróleo que el Estado realizará de forma exclusiva. También se designa a Petróleos Mexicanos, organismo estatal, para realizar las actividades de la Industria Petrolera. Se permite que Petróleos Mexicanos realice con terceros contratos de obras y de prestación de servicios que la mejor realización de sus obras requiera, aclarando que en ningún caso se concederán por los servicios que se presten, participación en los resultados de las exploraciones o de los productos obtenidos.

En 1960 se complementa el Artículo 27 Constitucional, indicando que corresponde también a la Nación los recursos naturales de la plataforma

continental y los de los zócalos submarinos de las islas, atendiendo a la necesidad de definir hasta que punto mar adentro México ejercerá su soberanía. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas, especificando además por primera vez en la constitución que, tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos. Al decir reservas, se refiere a reservas de recursos naturales, entre los cuales se encuentran los carburos de hidrógeno.

En 1971, se promulga la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos que sustituye aquella en la que se crea al organismo en 1938. En esta ley, se reitera y complementa que Petróleos Mexicanos realizará las actividades que constituyen las industrias petrolera y petroquímica de acuerdo con la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y sus reglamentos, así como de todas aquellas otras actividades que directa o indirectamente se relacionen con las mismas industrias o sirvan para el mejor logro de los objetivos del organismo, cabe mencionar que, en el texto no queda definido hasta donde abarca la industria petroquímica dada su amplia gama de posibilidades de productos y aplicaciones.

También en esta ley se reitera que, en ningún caso podrá quedar comprendido en las enajenaciones del patrimonio de Petróleos Mexicanos, y consecuentemente patrimonio de la Nación, el petróleo o el gas natural

contenidos en los yacimientos, ni el derecho para explotar éstos. Tampoco existirán regalías, participaciones o porcentajes en el petróleo, gas natural o en sus derivados, ni en los resultados de la exploración de los mismos.

En 1976 se complementa el artículo 27 constitucional, estableciendo por primera vez al alcance de la zona económica exclusiva mar adentro, que es una extensión a doscientas millas náuticas medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial, quedando especificado que esta área marina y los recursos submarinos de esta corresponden originariamente a la Nación.

En 1983, se complementa el artículo 28 constitucional, también especificado allí que, las actividades del petróleo, demás hidrocarburos y *petroquímica básica* son áreas exclusivas del Estado y que por decreto no constituirán monopolios. Se emplea por primera vez en la ley el término *petroquímica básica*.

En 1992, se publica en el diario oficial la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, sustituyendo con ello la de 1971.

Con esta Ley, se transforma la estructura organizacional de Petróleos Mexicanos, quedando constituido por cinco organismos de carácter subsidiario a Petróleos Mexicanos. El corporativo que se encargará de la conducción central de los organismos en conjunto. Los organismos

subsidiarios tienen su propio objetivo, como carácter técnico, jurídico y comercial propios, y cada uno velará por su patrimonio.

Los organismos subsidiarios al corporativo de PEMEX creados en 1992 son:

- PEMEX-Exploración y Producción,
- PEMEX-Refinación,
- PEMEX-Gas y Petroquímica Básica,
- PEMEX-Petroquímica,
- PMI-Comercio Internacional, S.A. de C.V.

Cuadro 3: Organismos subsidiarios de PEMEX a partir de la reestructuración de 1992.

En esta ley, se menciona por primera vez el término *Política Energética Nacional*, que es establecida periódicamente por el Ejecutivo Federal y misma que debe ser acatada por Petróleos Mexicanos y los organismos subsidiarios.

Se habla también por primera vez, de un *Órgano de Gobierno* que tiene como objeto la conducción central de las actividades que abarca la industria petrolera y por ende las que realiza Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios. No se menciona quienes forman este órgano y es totalmente distinto del Consejo de Administración.

	Exploración y Producción¹	Refinación¹	Gas y Petroquímica Básica¹	Petroquímica²	PMI Comercio Internacional S.A. de C.V.¹
Propósito	Exploración	Refinación	Procesamiento del Gas Natural, líquidos del G.N. y el Gas Artificial	-	Comercio internacional, se encarga de las importaciones y exportaciones de crudo y derivados que produce PEMEX, abasteciendo diversos mercados alrededor del mundo e importando materiales deficitarios que, por ley, de producción y venta exclusiva a través de Petróleos Mexicanos.
	Explotación	Elaboración de productos petrolíferos y de petroquímicos básicos	Elaboración de productos del gas y de petroquímicos básicos	Elaboración de Petroquímicos no básicos y de petroquímicos secundarios	
	Explotación del Gas Natural	-	-	-	
	Transporte	Transporte	Transporte	-	
	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	
	Comercialización	Comercialización	Comercialización	Comercialización	
	-	Distribución	Distribución	Distribución	

¹Por Ley, no constituirán monopolios en términos del artículo 28 Constitucional.
²Los productos de este organismo no están dentro de la industria petrolera considerada como exclusiva de la Nación, sus actividades comerciales pueden incurrir en prácticas monopólicas.

Tabla 9: Función de los organismos subsidiarios de PEMEX.

En el contenido de esta misma ley, se introduce también el término *Empresas Subsidiarias*, las cuales NO son los *Organismos Subsidiarios*, las empresas subsidiarias participarán en actividades no exclusivas del estado, y como empresas de capital privado pueden asociarse con PEMEX en áreas no estratégicas, para trabajar entonces en simbiosis con los organismos de PEMEX. Para ser empresa subsidiaria de PEMEX de debe tener el consentimiento del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos, y su participación complementará todo aquello que no es considerado Industria Petrolera.

Los Organismos Subsidiarios, reportarán actividades a Petróleos Mexicanos y éste a su vez reportará el total de la Industria Petrolera a la Secretaría de Energía.

En 1995 se reforma la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, indicando que a través de un permiso, puede concederse a la iniciativa privada, el transporte, almacenamiento y distribución de gas, EXCEPTO el indispensable para interconectar explotación y elaboración. La iniciativa privada podrá construir, operar y ser propietaria de ductos, instalaciones y equipos.

La regulación en la realización de actividades de las industrias petrolera, petroquímica y de servicios realizables por la iniciativa privada comprende; básicamente los términos y condiciones para el otorgamiento de permisos; ventas de primera mano; y prestación de servicios entre otros, aunque también la regulación de precios y tarifas aplicables cuando no existan condiciones de competencia efectiva, incluyendo el precio del gas natural.

	Petróleo	Gas	Petroquímicos básicos⁵
Exploración	N	N	-
Explotación	N	N	-
Refinación	N	-	-
Elaboración	N ¹	N ²	N
Transporte	N	N ³ , S y P ⁴	N
Almacenamiento	N	N ³ , S y P ⁴	N
Distribución	N	S y P ⁴	N
Ventas de primera mano	N	N	N

NOTAS:
N: Exclusivo de la Nación, **S:** Realizable por el Sector Público, **P:** Realizable por el Sector Privado
¹Elaboración de productos petrolíferos resultado de procesos de refinación.
²Elaboración de productos del Gas Natural o procesamiento del mismo.
³Transporte indispensable y necesario para interconectar su explotación y elaboración.
⁴En estos casos, el sector social o privado podrá construir, operar y ser propietario 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 del segundo párrafo del artículo 4º.
⁵Cuando en la elaboración de productos petroquímicos distintos a los básicos enumerados, se obtengan como subproductos, petrolíferos o petroquímicos básicos, éstos podrán ser aprovechados dentro de los procesos de la misma planta complejo, o bien ser entregados a PEMEX o a sus organismos subsidiarios, bajo contrato y en los términos de las disposiciones administrativas que la SENER expida.

Tabla 10: Repartición de actividades entre el sector público y privado entre 1996 y 2008.

En la intención de regular el precio del gas natural para permitir condiciones de competencia efectiva en el sector privado, y la imprecisión de la ley sobre la especificación clara de esta regulación, el precio regulado ha sido impuesto también a las actividades exclusivas de Petróleos Mexicanos, afectando numerosos análisis de rentabilidad de diversos proyectos de PEMEX en torno al Gas Natural.

La Secretaría de Energía es la encargada de la aplicación y observancia de esta ley reglamentaria.

En 1996, se reforma la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, definiendo ahora los productos que conforman, para esta

Ley, los petroquímicos básicos y que son además de elaboración exclusiva del Estado.

Establece también que en el caso de la obtención de productos petroquímicos básicos como subproducto en la elaboración de petroquímicos secundarios, las empresas podrán utilizar estos subproductos en sus plantas o bien venderlos a Petróleos Mexicanos mediante contrato.

Los productos que a partir de este año conforman los petroquímicos básicos son:

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.

Cuadro 4: Petroquímicos básicos establecidos en la legislación mexicana.

En enero de 2006 se complementan la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo y la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, permitiendo la cogeneración de energía entre Petróleos Mexicanos y sus empresas, con la obligación de vender los excedentes de energía a Comisión Federal de Electricidad y/o a Luz y Fuerza del Centro. El término *sus empresas* se refiere tanto a los organismos subsidiarios de PEMEX como a sus filiales.

Ese mismo año, se aclara la asignación de responsabilidades en cuanto a la recuperación y aprovechamiento del gas asociado a minas y

yacimientos de carbón mineral, el cuál será regulado y aprovechado en términos de la Ley Minera.

A finales de 2008 se publicó en el Diario Oficial el nuevo marco legal conocido como *Reforma Energética*, que regirá las Industrias Petrolera y Petroquímica no Básica Mexicanas. Entre los aspectos más relevantes de estas leyes está que:

En la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo se *agrega* el concepto *yacimiento transfronterizo*, que son aquellos que inician bajo la jurisdicción nacional y tiene continuidad fuera de esta, además también considera transfronterizo aquel yacimiento fuera de la jurisdicción nacional y que sea compartido con otros países en acuerdos con los que México es parte o de acuerdo a la Convención sobre Derecho del Mar de la ONU. Sin especificar para cada tipo de yacimiento transfronterizo, se escribió también que éstos podrán ser explotados en los términos de los tratados que México sea parte.

Las compañías particulares que obtengan como subproducto petroquímicos básicos podrán aprovecharlos dentro de su misma planta productiva o venderlos a particulares con la condición de que el valor de la venta de estos sea menor al 25% de la facturación total del particular en un año.

Se especifica que las actividades se PEMEX se orientarán a los intereses nacionales, que son: Mantener la *sustentabilidad de la plataforma*

anual de extracción de hidrocarburos, la diversificación de mercados, la protección ambiental y la *incorporación del mayor valor agregado de sus productos*. Se introduce el nuevo término *Estrategia Nacional de Energía*.

Por otra parte, también se especifica la responsabilidad de PEMEX en la prevención y reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico cuando sea declarado responsable por la autoridad.

2.3. Aspectos políticos

Sin duda, el curso de la Industria Petroquímica Mexicana está influenciado por la política mexicana, principalmente en tres aspectos:

- Política Laboral, sindicatos y su particular influencia (sinérgica o conflictiva) en el alcance que tienen las decisiones sobre esta industria,
- Política Legal, la dirección que en esencia tienen las reformas legales, reglamentos, y la promulgación de nuevas leyes, y
- Política Administrativa, la gestión de los recursos, aplicación y observancia de las leyes, la claridad de las mismas leyes, así como los criterios de decisión basados en metas gubernamentales definidas.

Los tres frentes de la política mexicana están orientados en diferentes direcciones, como un equipo de canotaje remando cada quién en una dirección diferente y queriendo obtener el premio antes que el compañero de enfrente, el de atrás o el de aun lado. La falta de capacidad (entendida como disposición, fuerza de voluntad, valores y principios, comodidad individual, entre otros) para reconocer y actuar para cambiar la situación por parte de

estos actores políticos, favorece una situación de baja confianza y favoritismos que dificultan enormemente la integración y orientación de esfuerzos, reflejándose en la falta de congruencia entre lo que se dice, lo que se hace y lo que se logra. Es parte del trabajo político, integrar las diferentes necesidades de su campo de influencia en sus proyectos, todas desde la misma perspectiva de análisis a fin de generar soluciones integrales y efectivas de corto y largo plazo.

Una solución integral permite que toda la maquinaria industrial mexicana pueda entender mejor sus necesidades y tener mayor capacidad de enfrentar los cambios que el entorno nacional e internacional demandan, como una entidad bien definida, bien integrada gobierno-industria-sociedad.

3. ENTORNO COMERCIAL

3.1. Mercado internacional

Hasta mediados de 2008, a pesar del alto costo de la energía, la industria petroquímica disfrutó de la parte alta de uno de los ciclos comerciales más prolongados en los últimos años.

Las principales amenazas de la economía han sido y continúan siendo principalmente problemas geopolíticos, el alto costo de la energía, endeudamiento y desequilibrio en el flujo internacional de comercio.

Durante 2007 y hasta el tercer trimestre de 2008, la industria petroquímica mundial experimentó el incremento de los precios del crudo, rebasando inclusive los 100 USD/barril. Los principales eventos que propiciaron este incremento fueron:

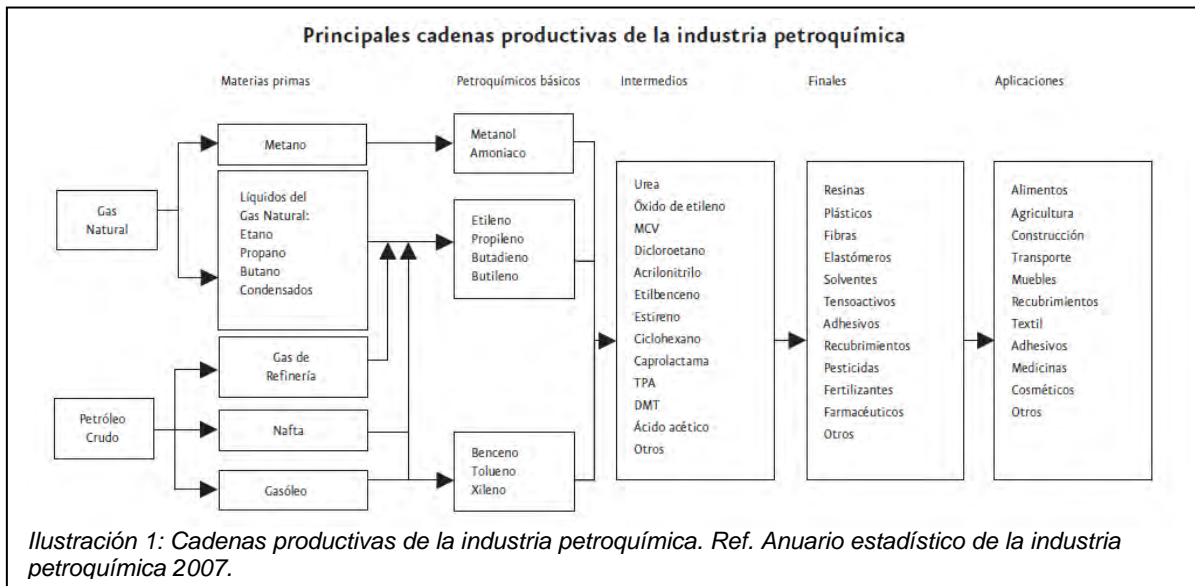
- Poca capacidad excedente de producción de crudo (sólo Arabia Saudita tiene capacidad excedente para hacer ajustes en el mercado).
- Incremento de la demanda mundial de crudo con China e India a la cabeza.
- Tensiones geopolíticas en Irak, Irán, Nigeria, Venezuela, Bolivia, etc.
- Creciente debilidad del dólar ante otras divisas, ocasionando compras especulativas en la Bolsa de Nueva York (NYMEX), y
- La crisis del sector inmobiliario en Estados Unidos.

Por otra parte, el mercado de gas se mantuvo relativamente más estable, básicamente por:

-
- La no afectación de huracanes a instalaciones petroleras norteamericanas en el Golfo de México, y
 - Altos inventarios de gas en Estados Unidos alcanzando los 3,500 BPC, rompiendo un record de 17 años.

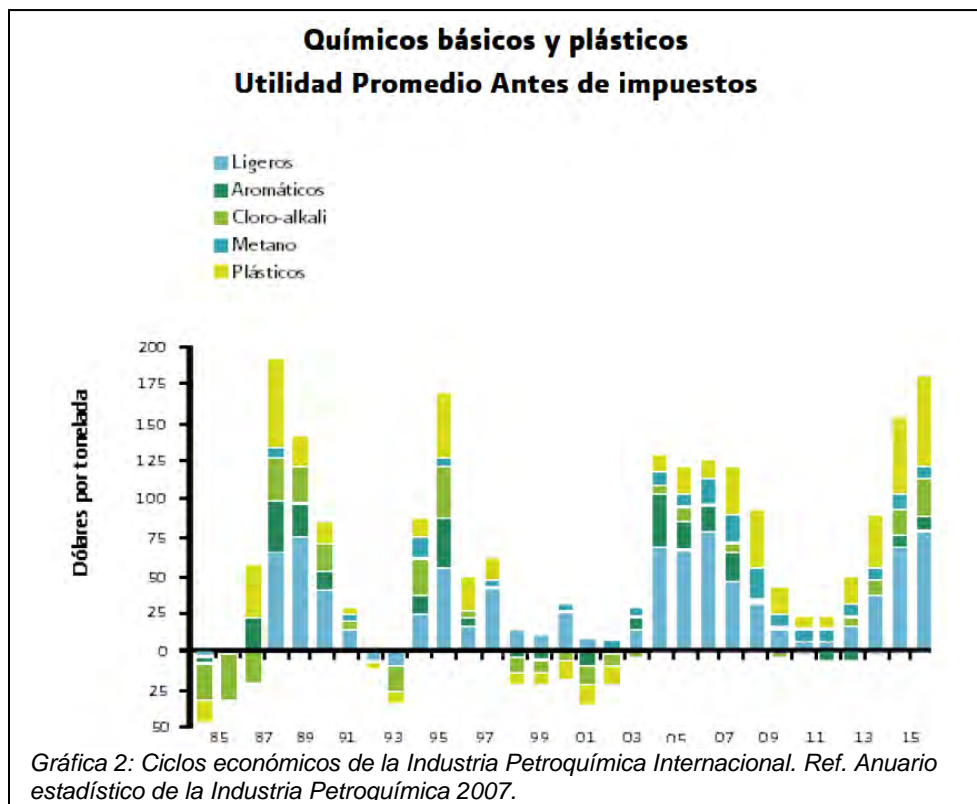
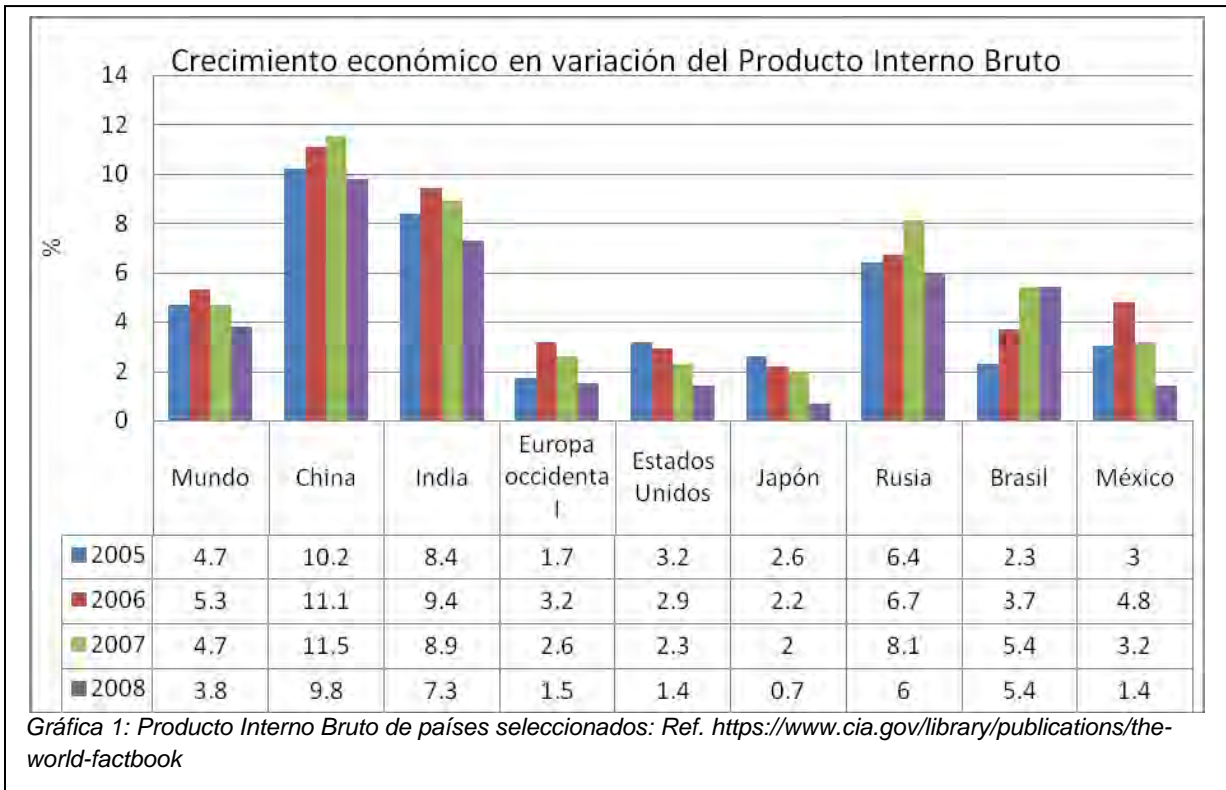
Dadas las variaciones en los precios del crudo y del gas, la diversificación de inversión en varias zonas geográficas es un factor que ha sido estratégico para los líderes de la industria del etileno como Dow, ExxonMobil y Shell que operan en muchos países del mundo, posicionándose donde prevén que habrá más necesidades de derivados de bajo costo y con demanda de crecimiento elevado. Todo esto con la finalidad de optimizar la producción y ser competitivo a nivel mundial.

La industria petroquímica contemporánea abarca gran parte del mercado de productos de químicos. El metanol, amoniaco, olefinas y los aromáticos son considerados los precursores petroquímicos de primer nivel que, además por su característica de “commodities”, son los más vulnerables a factores de mercado como la sobrecapacidad y la volatilidad en los costos de materias primas.

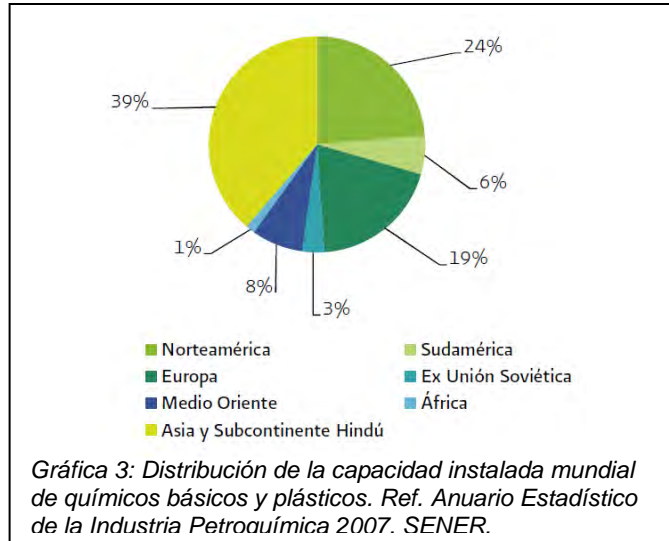


La economía mundial, en 2007, presentó una buena evolución a pesar de altos precios de la energía y los problemas en el sector financiero, pero 2008 cayó de 4.7 a 3.8% con respecto al año anterior. La región asiática continúa su liderazgo en 2008 con el crecimiento económico de China, India y Rusia en 9.8, 7.3 y 6% respectivamente, en relación a 2007.

Con el cambio en las condiciones de mercado durante 2008, hay quien opina que para los siguientes años desaparecerán probablemente algunos productores, y que las principales variables a seguir son el desarrollo de los biocombustibles y el impacto de la política del nuevo gobierno de Estados Unidos.



A nivel global, la utilidad promedio de las cadenas petroquímicas presentó una reducción de 2006 a 2007. Aunque en este periodo, los sectores de mayor contribución fueron las olefinas y los plásticos. Se



prevé que para el próximo ciclo a la alza, no se alcanzará los niveles de los dos ciclos pasados, sino que más bien dependerá en gran medida de la sobreoferta por la entrada de nuevas capacidades en Asia y Medio Oriente.

Durante 2007 las principales regiones mundiales en capacidad de producción para productos químicos básicos y plásticos fueron, Asia, Norteamérica y Europa, con una capacidad instalada neta para petroquímicos principales y sus derivados de 767 millones de toneladas al año, 6.9% más que en 2006 y con un índice de utilización de 86%.

Las 5 empresas petroquímicas líderes en el mercado por su diversidad de productos son Dow, SABIC, ExxonMobil Corp., Lyondell y Royal Dutch/Shell, sin embargo, el dinámico crecimiento en la producción industrial de China, probablemente coloque a alguna de sus empresas entre las 5 más importantes en el ramo petroquímico para 2009.

	Compañía	Oficina Matriz	Etileno	Propileno	Benceno	Xilenos	Metanol	Tolueno	Total
1	Dow	Estados Unidos	10,316	3,174	2,008			630	16,128
2	SABIC	Arabia Saudita	8,372	2,128	1,241	788	2,192	573	15,294
3	Exxon Mobil Corp.	Estados Unidos	8,060	4,310	3,230	4,963		2,104	22,667
4	Access Industries (LyondellBasell)	Estados Unidos	6,676	4,873	1,158	280	620	516	14,123
5	Royal Dutch/Shell	Países Bajos	6,515	4,141	3,167	1,220	450	1,281	16,774
6	SINOPEC	China	5,080	4,076	2,410	3,770	440	1,686	17,462
7	Ineos	Reino Unido	4,806	2,305	605				7,716
8	Formosa Group	Taiwan	3,557	2,657	1,006	1,408		796	9,424
9	Total	Francia	3,368	3,108	2,037	1,861		627	11,001
10	Nova Chemicals	Canada	3,010	442					3,452
11	BASF AG	Alemania	2,609	1,795	743		480	248	5,875
12	Ente Nazionale Idr	Italia	2,550	1,707	765	634		388	6,044
13	CNPC	China	2,329	2,428	1,100	1,200		765	7,822
14	NPC-Iran	Iran	2,240	611	573	878	2,084	690	7,076
15	Reliance Industries	India	2,117	1,964	670	2,425		760	7,936
16	Chevron Corp	Estados Unidos	1,884	722	786	1,092		519	5,003
17	Conoco Philips	Estados Unidos	1,884	1,047	1,113	736		429	5,209
18	PEMEX	México	1,382	601		480			2,463
19	Mitsui Chemical	Japón	1,375	968	622			375	3,340
20	WestLake	Estados Unidos	1,315						1,315

Tabla 1: Principales productores petroquímicos en 2007 (MTA). Ref. Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007, SENER.

Pronóstico por regiones

Norteamérica. La relativa debilidad en el mercado de gas natural durante 2006 y 2007 ha resultado favorable para los crackers que utilizan líquidos, mejorando la posición de Norteamérica en cuanto a costos de producción con relación al resto del mundo.

Las significativas adiciones de capacidad en Medio Oriente y Asia se anticipan para impactar en las exportaciones de Norteamérica, resultando en una reducción en el flujo comercial del etileno equivalente de la región. Consecuentemente el índice de utilización de la capacidad en Norteamérica se pronostica descienda a 87.5% durante 2009-2012.

Las refinerías de Norteamérica actualmente suministran aproximadamente 50% del propileno utilizado en el mercado de químicos, y este porcentaje se prevé aumente gradualmente para el periodo 2007-2012 manteniendo su posición global en el suministro de propileno y derivados.

Sudamérica. En relación a los pasados cinco años, se espera que el crecimiento de la capacidad de etileno baje significativamente con respecto al periodo 2007-2012, con un porcentaje de adición de capacidad de por encima del 1% anual. El crecimiento de demanda también se espera sea moderado en un promedio anual del 2%, ya que la producción interna de los principales derivados estará bajo la presión de los bajos costos de importación. Se proyecta que Sudamérica comience a ser el más grande importador de derivados de etileno, principalmente polietileno, el mayor crecimiento de demanda de importación se espera para el periodo 2009-2012.

La capacidad del propileno grado polímero se espera con un incremento de casi un 7% promedio anual sobre 2008-2012, incrementando en cerca de 4.5 millones de toneladas para 2012. La capacidad del propileno grado refinería crecerá más rápidamente cerca del 10% anual para el periodo 2008-2012, especialmente en Brasil, Colombia y Venezuela. En términos de demanda del propileno equivalente, se prevé que crezca por más del 7% para el periodo pronosticado.

Europa. Se espera que tanto la producción como la demanda interna de etileno en Europa Occidental, descendan muy ligeramente durante los próximos 5 años, por lo que no hay proyectos importantes anunciados en esta región, dada su preocupación por la entrada de los nuevos proyectos de Medio Oriente, los cuales aportarán exceso de olefinas y derivados disponibles para importación a precios competitivos.

La industria del propileno en Europa Occidental enfrentará la competencia de Medio Oriente hacia el 2012. Volúmenes significativos de polipropileno importado llegarán del Medio Oriente, por lo que el crecimiento de la demanda interna de propileno en Europa Occidental será moderado.

Medio Oriente. Durante los próximos 5 años se espera un impresionante incremento de capacidad de etileno en Medio Oriente. Adicionando 20 millones de toneladas, más del doble de la capacidad actual, impactando en el mercado global y obligando a reducir porcentajes de utilización en el periodo 2009-2011 hasta el punto en que los márgenes de los crackers serán severamente castigados en la mayoría de las regiones del mundo, particularmente Norteamérica, Europa y Asia, donde la mayoría de la industria del etileno no disfruta de bajos costos de materia prima.

La clave en el desarrollo de los crackers en Medio Oriente está asociada al desarrollo de yacimientos de gas en Irán, Arabia Saudita, Qatar, Kuwait y los Emiratos Árabes. El desarrollo de la industria del gas, incluyendo, proyectos orientados a la exportación de líquidos de gas natural y

el consumo de metano serán factores que determinan la programación de los proyectos de los nuevos crackers. Durante este periodo también se prevé un notable incremento en el uso de materias primas de líquidos pesados en sus crackers, principalmente en Arabia Saudita, donde la mayoría de los nuevos crackers producirán el 50% de su etileno a partir de propano, butano o nafta ligera.

En el periodo 2008-2012, Medio Oriente se convertirá en el principal exportador de propileno en forma de polipropileno. Grandes volúmenes de subproductos de propileno se obtendrán en los nuevos crackers de Arabia Saudita, y la región también reducirá significativos volúmenes de propileno a través de tecnologías a base de deshidrogenación de propano, metátesis y FCC's de alta presión.

Asia. Tendrá grandes adiciones de capacidad en esta región, particularmente en China hacia el 2012. China ha experimentado un rápido crecimiento de demanda para el etileno y derivados lo que ha provocado el desarrollo de complejos para estos materiales, actualmente se encuentran en construcción o planeados para los próximos 5 años.

3.1.1. Cadena del etileno

El etileno representa el segmento más importante de la industria petroquímica y se convierte en una gran cantidad de productos intermedios y finales, como

plásticos, resinas, fibras, elastómeros, solventes, recubrimientos, plastificantes y anticongelantes.

En 2007, la demanda mundial de etileno fue de 114 millones de toneladas, principalmente por el incremento de demanda de su principal derivado, el polietileno, el índice de utilización de capacidad fue de 90%.

La producción de etileno a nivel mundial se encuentra centralizada en 10 compañías que concentran el 47.9% de la capacidad total de producción, entre ellas figuran Dow, Sabic, ExxonMobil y Shell. Por la dinámica de su economía, las regiones de más alta producción y consumo son Norteamérica, Europa Occidental y el Noreste de Asia.

Mundialmente, el 52% de la producción de etileno proviene de la nafta, debido a su fácil transportación, predominando su uso en Europa y Asia. Por su parte, el etano, como materia prima, se utiliza principalmente en regiones con producción de petróleo crudo asociado con gas natural, como Norteamérica y Medio Oriente. La región de Medio Oriente produce etileno a partir de etano, con el más bajo costo a nivel mundial. Para 2012, se espera que la adición de nueva capacidad, convierta esta región en exportadora de polietileno y etilenglicol, principalmente hacia China.

2008 fue un año crucial en la historia del incremento de capacidad, el mercado mundial debe asimilar la puesta en marcha de varios crackers de escala mundial, dos en Irán, cinco en Arabia Saudita, uno en Kuwait y, en 2009 uno en Qatar.

La mayor parte de etileno continuará siendo exportado desde terminales establecidas en Arabia Saudita, Singapur y Corea del Sur hacia Indonesia, Filipinas, Taiwán y Europa Occidental.

El pronóstico para los precios de etileno prevé que de 2009 a 2012, los precios de la energía, materia prima y márgenes descenderán en tanto la industria de etileno inicie un nuevo ciclo.

Las poliolefinas representan dos terceras partes de los principales termoplásticos, su demanda mundial durante 2007 fue de 112 millones de toneladas. Las tres regiones de mayor demanda han sido Norteamérica, Europa Occidental y el Noreste de Asia.

El negocio del polietileno a nivel mundial, representa una industria relativamente madura, pues los productores de resina y procesadores están ajustando sus modelos comerciales debido a la tendencia hacia la globalización, y están aumentando capacidad en regiones que ofrecen bajos costos (Medio Oriente) y potencial de crecimiento alto (Asia), alterando los modelos de comercio tradicionales, y las relaciones de oferta y precio en el mundo. La capacidad mundial de polietileno en 2007 fue de 77.8 millones de toneladas, de los cuales PEAD representa el 44%, el PEBD 27% y el PELBD el 29%.

La capacidad de producción de polietileno a nivel global continuará creciendo significativamente en los próximos años. La mayor parte se ubica en Medio Oriente y Asia, con pocos proyectos para Norteamérica y Europa. Sin embargo, el crecimiento de capacidad no corresponde al de la demanda,

ocasionando escenarios de sobreoferta, esperando se alcancen niveles inauditos durante 2009, excediendo las 110 millones de toneladas.

La ampliación más importante de la capacidad instalada para etileno se ubica en los años 2009 y 2010, sobre todo en la región de Medio Oriente y Asia. Siendo tan relevante que si se compara, representa casi 1 de cada 2 nuevas toneladas en el mundo.

En la actualidad, las compañías integradas (energía/refinación/químicos) aspiran a mejores oportunidades debido al apalancamiento existente para alianzas estratégicas entre empresas de productos químicos básicos, aquellas que trabajan en otros puntos de las cadenas productivas, y con socios que tienen concesiones atractivas de materia prima y/o refinación.

Después de cinco años de rápido crecimiento, la industria petroquímica china continuará creciendo. Y, aunque las empresas extranjeras y las empresas privadas comenzarán a involucrarse en el negocio petroquímico doméstico con los JV's (Join Ventures), Sinopec y PetroChina continúan dominando la industria.

3.1.2. Cadena del propileno

El propileno es el segundo petroquímico en importancia como materia prima y se obtiene básicamente de cuatro fuentes:

- Subproducto en crackers a partir de naftas,
- Subproducto de la refinación del petróleo,

-
- Deshidrogenación del propano, y
 - Metátesis del etileno y butilenos.

La capacidad instalada de propileno en 2007 fue de 107 millones de toneladas, de las cuales el 72% de ellas se destina a la producción de propileno grado químico y polímero, mientras que el 27% es para propileno grado refinería. La mayor parte de las instalaciones se ubican en el Noreste de Asia, seguida por Norteamérica y Europa Occidental. Los mayores productores mundiales de propileno son ExxonMobil, Shell, SINOPEC y Total.

Las regiones con mayor demanda en el consumo de propileno son: Asia 41%, Norteamérica 25% y Europa 23%. El comercio internacional se incrementará derivado de la adición de capacidad en Medio Oriente, orientada principalmente a la exportación de propileno y derivados en Asia. China importará principalmente polipropileno.

Con el inicio en la escalada de precios en 2006, a finales de 2007 varios crackers tuvieron que parar ante el alto precio de la nafta, presionando al mercado del propileno grado polímero, durante 2008, los precios continuaron elevándose en relación al precio del crudo.

El propileno es la materia prima para gran variedad de petroquímicos como el polipropileno, acrilonitrilo, óxido de propileno, alcoholes oxo y cumeno. Estos intermedios a su vez generan productos como acrilatos, ésteres, acetona, nonilfenol, polioles y glicoles propilénicos entre otros, aunque la producción mundial de propileno se destina a la producción del polipropileno.

Para el periodo 2008-2012 se contemplan expansiones por 24.7 millones de toneladas para propileno grado químico y polímero. De tales expansiones, el 51% serán en China e India, mientras que el 32% en Medio Oriente, principalmente en Arabia Saudita. Los proyectos de propileno en Medio Oriente están orientados para la exportación de propileno y derivados hacia China, cuyo índice de crecimiento de mercado no alcanzará a cubrirse con la capacidad doméstica. Norteamérica seguirá siendo exportador de propileno y derivados, aunque a medida que inicie la producción de Medio Oriente, irá perdiendo esta posición.

Históricamente, la producción de propileno a partir de los cracker ha crecido a tasas similares a las del etileno. Sin embargo, los nuevos crackers contemplados para 2013 estarán orientados para alto rendimiento en etileno, por ello se espera que el crecimiento en la producción de propileno sea ligeramente menor.

3.1.3. Gasolinas Naturales

Las gasolinas naturales se extraen del gas húmedo, el cual está generalmente asociado a la producción de crudo. Gas húmedo es aquel que contiene suficiente cantidad de hidrocarburos líquidos para justificar económicamente su recuperación, en México el gas húmedo es aquel que contiene 3 galones de hidrocarburos líquidos por cada mil pies cúbicos de gas.

Cuando el gas natural tomó importancia económica en los años 1880-1890, se observó que en las líneas de transporte del gas proveniente de

yacimientos, se acumulaba un líquido en las partes bajas de las tuberías, particularmente en aquellas zonas en las que la temperatura ambiental era relativamente baja, aproximadamente 20°C. Inicialmente la aparición de este líquido fue considerado un inconveniente porque restringía el flujo de gas en las líneas además del riesgo de incendio cuando se drenaba.

Con la aparición de la industria del automóvil, comenzó a darse más atención a los líquidos extraídos del gas húmedo, logrando a partir de 1904 la justificación económica para su recuperación industrial.

La composición de la gasolina natural varía dependiendo del yacimiento de gas o petróleo, sin embargo su contenido incluye básicamente butanos, pentanos, hexanos y heptanos, la mayoría de ellos en forma de isómeros.

Luego de utilizar las gasolinas naturales como combustibles, se encontró la utilidad de emplearlas como aditivos en otros combustibles, para mejorar el octanaje de las mezclas, los principales consumidores de gasolinas naturales fueron las industrias automotriz y aérea.

Usos más recientes de las gasolinas naturales, incluyen su aprovechamiento en la industria petroquímica, pues a partir de ellas puede obtenerse cantidades importantes de etileno y propileno, precursores petroquímicos de primer nivel.

3.2. Mercado interno

La capacidad instalada de la industria petroquímica nacional aumentó 2.2% entre 2006 y 2007. En términos de volumen, en 2007 la capacidad instalada alcanzó un valor de 37,091,738 toneladas anuales, 2.7% más que en 2006. Los principales incrementos de capacidad se observaron en productos intermedios (Etileno, Propileno, Amoniaco, Benceno, Xileno, Tolueno y Metanol), agentes tensoactivos, resinas sintéticas y hulequímicos, así como en las especialidades químicos aromáticos, farmoquímicos, iniciadores y catalizadores, propelentes y refrigerantes y colorantes.

Según cifras reportadas por la SENER, se aprecia que gran parte de la industria petroquímica mexicana privada, no trabaja ni a la mitad de su capacidad por falta de abasto de materias primas precursoras básicas que PEMEX puede elaborar. Las empresas del ramo enfrentan problemas en prácticamente todos los eslabones de la cadena productiva, por el clima de inseguridad y falta de garantías a los inversionistas.

Subrama	Capacidad instalada (ton)			Variación porcentual (%)	
	2005	2006	2007	2005/2006	2006/2007
Adhesivos	130,472	136,847	120,311	4.9	-12.1
Aditivos para alimentos	49,960	47,910	47,910	-4.1	0.0
Agentes tensoactivos	810,962	788,794	812,512	-2.7	3.0
Colorantes	24,719	24,719	27,559	0.0	11.5
Elastómeros y negro de humo	361,048	367,212	374,202	1.7	1.9
Explosivos	550,717	555,810	543,510	0.9	-2.2
Farmoquímicos	4,130	4,130	4,163	0.0	0.8
Fertilizantes nitrogenados	6,142,368	7,034,648	7,024,148	14.5	-0.1
Fibras químicas	1,373,246	1,308,028	1,238,546	-4.7	-5.3
Hulequímicos	9,616	9,616	9,606	0.0	-0.1
Iniciadores y catalizadores	18,855	18,855	18,435	0.0	-2.2
Intermedios	20,403,559	20,268,204	20,928,136	-0.7	3.3
Materias primas de aditivos para lubricantes y combustibles	648,276	736,815	718,713	13.7	-2.5
Plaguicidas	74,481	74,481	76,315	0.0	2.5
Plastificantes	106,706	105,700	105,672	-0.9	0.0
Propelentes y refrigerantes	47,825	51,700	54,700	8.1	5.8
Químicos aromáticos	14,137	15,414	16,243	9.0	5.4
Resinas sintéticas	4,434,982	4,556,964	4,963,917	2.8	8.9
Otras especialidades	9,950	7,150	7,140	-28.1	-0.1
Total	35,216,009	36,112,997	37,091,738	2.5	2.7

Tabla 2: Capacidad Instalada de la Industria Petroquímica Mexicana 2005-2007. Ref. Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007.

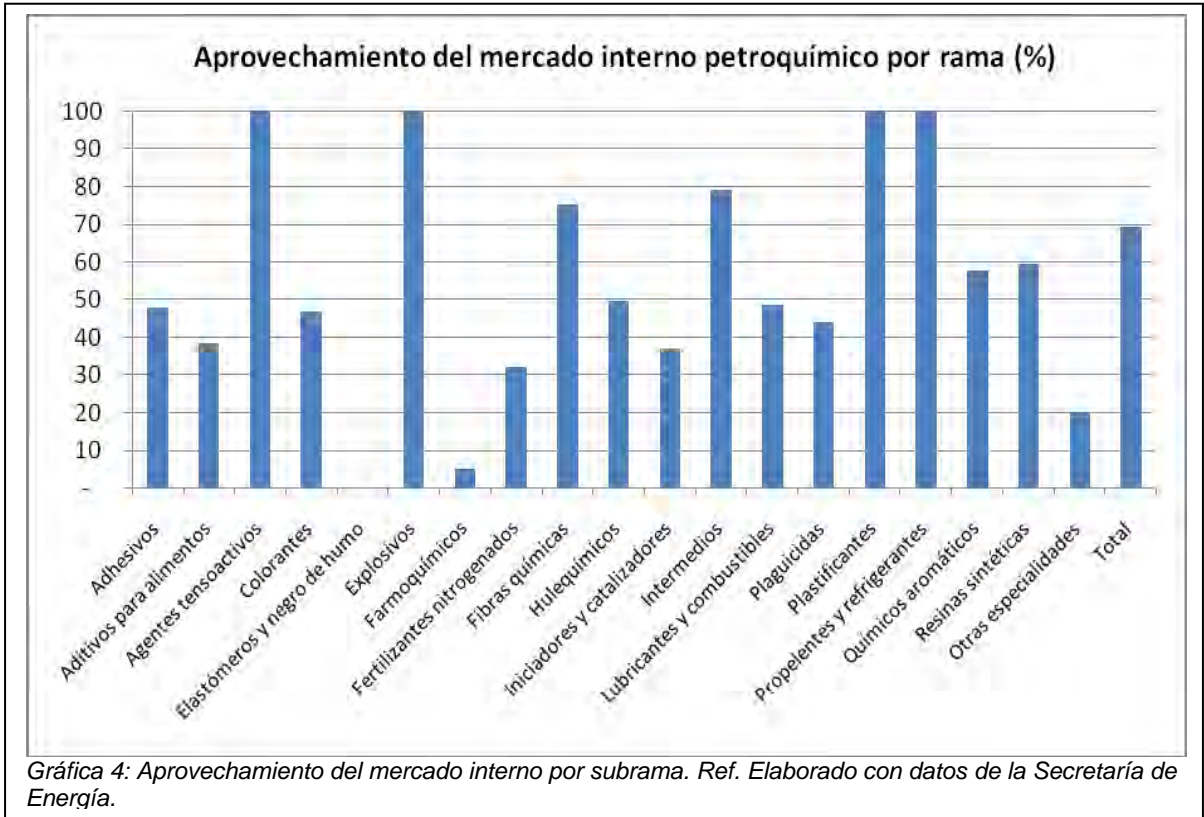
En la encuesta levantada a más de 8 mil 500 compañías privadas y públicas como Petróleos Mexicanos para el Informe de Resultados de la Industria Petroquímica (IRIP 2007), dado a conocer el 19 de febrero de 2009, las principales deficiencias se centran en la dificultad de abasto de materias primas nacionales, precios no competitivos y fomento a la importación, provocando cierre de plantas y la contracción del mercado interno.

En 12 de febrero de 2009, Celanese anunció el cierre de su planta de acetato de vinilo de 150,000 toneladas anuales de capacidad, ubicada en Cangrejera, Veracruz, argumentando el desfavorable clima económico mundial.

Pemex, desde 2002 ha desincorporado sus plantas de Ciudad Camargo en Chihuahua y las petroquímicas de Escolín y Tula han estado cerradas en lo que va de 2009.

Según el Informe de Resultados de la Industria Petroquímica 2007, las empresas encuestadas acusan falta de liquidez y problemas en los flujos de efectivo, lo que presiona a plazos de pago más largos a proveedores, dado que los financiamientos son escasos y los créditos bancarios resultan insuficientes y costosos, además de considerar la excesiva tramitación.

En la siguiente gráfica se muestra el aprovechamiento del mercado petroquímico interno de México, en donde aquellos sectores que marcan el 100% representan sectores que tienen capacidad instalada suficiente y materias primas suficientes incluso para exportar parte de su producción.



Gráfica 4: Aprovechamiento del mercado interno por subrama. Ref. Elaborado con datos de la Secretaría de Energía.

En la siguiente tabla se aprecia el desempeño industrial del mercado interno de petroquímicos, en el cuál se aprecia que para el consumo nacional aparente observado cada año, la variación de la relación respecto a cada caso refleja la existencia de infraestructura (Capacidad instalada), pero en el caso de la producción refleja la escasez de materias primas, sean nacionales o importadas, para consultar la memoria de cálculo, revisar el [anexo 10.3](#).

Subrama	2005			2006			2007		
	CNA	CI	Producción	CNA	CI	Producción	CNA	CI	Producción
Adhesivos	1.00	1.10	0.51	1.00	1.24	0.56	1.00	0.90	0.48
Aditivos para alimentos	1.00	1.20	0.37	1.00	0.92	0.32	1.00	1.12	0.39
Agentes tensoactivos	1.00	1.84	1.22	1.00	1.81	1.31	1.00	1.65	1.31
Colorantes	1.00	0.79	0.39	1.00	0.84	0.45	1.00	0.92	0.47
Elastómeros y negro de humo	1.00	1.98	1.64	-	-	-	-	-	-
Explosivos	1.00	6.09	1.06	1.00	4.64	1.00	1.00	6.33	1.02
Farmoquímicos	1.00	0.58	0.35	1.00	0.85	0.05	1.00	0.85	0.05
Fertilizantes nitrogenados	1.00	1.42	0.41	1.00	1.83	0.32	1.00	1.83	0.32
Fibras químicas	1.00	1.52	0.99	1.00	1.99	0.77	1.00	2.06	0.75
Hulequímicos	1.00	0.41	0.19	1.00	0.40	0.18	1.00	1.19	0.50
Iniciadores y catalizadores	1.00	0.91	0.37	1.00	0.96	0.40	1.00	0.83	0.37
Intermedios	1.00	1.44	0.74	1.00	1.53	0.79	1.00	1.53	0.79
Materias primas de aditivos para lubricantes y combustibles	1.00	0.94	0.66	1.00	0.87	0.52	1.00	0.74	0.49
Plaguicidas	1.00	0.85	0.35	1.00	1.78	0.63	1.00	1.85	0.44
Plastificantes	1.00	1.46	0.95	1.00	1.53	0.97	1.00	1.35	1.05
Propelentes y refrigerantes	1.00	1.54	1.02	1.00	1.71	1.01	1.00	1.69	1.03
Químicos aromáticos	1.00	0.70	0.59	1.00	0.96	0.65	1.00	0.77	0.58
Resinas sintéticas	1.00	0.86	0.65	1.00	0.78	0.58	1.00	0.85	0.60
Otras especialidades	1.00	1.44	0.04	1.00	0.48	0.17	1.00	0.60	0.20
Total	1.00	1.33	0.69	1.00	1.40	0.67	1.00	1.41	0.68

Tabla 3: Relación entre Capacidad Instalada (CI) y Producción con el Consumo Nacional Aparente (CNA). Ref. Elaborado con datos de la Secretaría de Energía. Para consultar la memoria de cálculo revisar el Anexo 10.3

En 2007, el precio promedio final de los productos petroquímicos fue de 11,400 pesos por tonelada, mientras que la subrama de los farmoquímicos presentó el mayor precio promedio por tonelada. Le siguen en orden de importancia las subramas de plaguicidas, iniciadores y catalizadores, químicos aromáticos, otras especialidades, hulequímicos, lubricantes y combustibles.

De acuerdo al Informe de Resultados de la Industria Petroquímica 2007, el reclamo al sector público, PEMEX, de la falta de abasto de materias primas

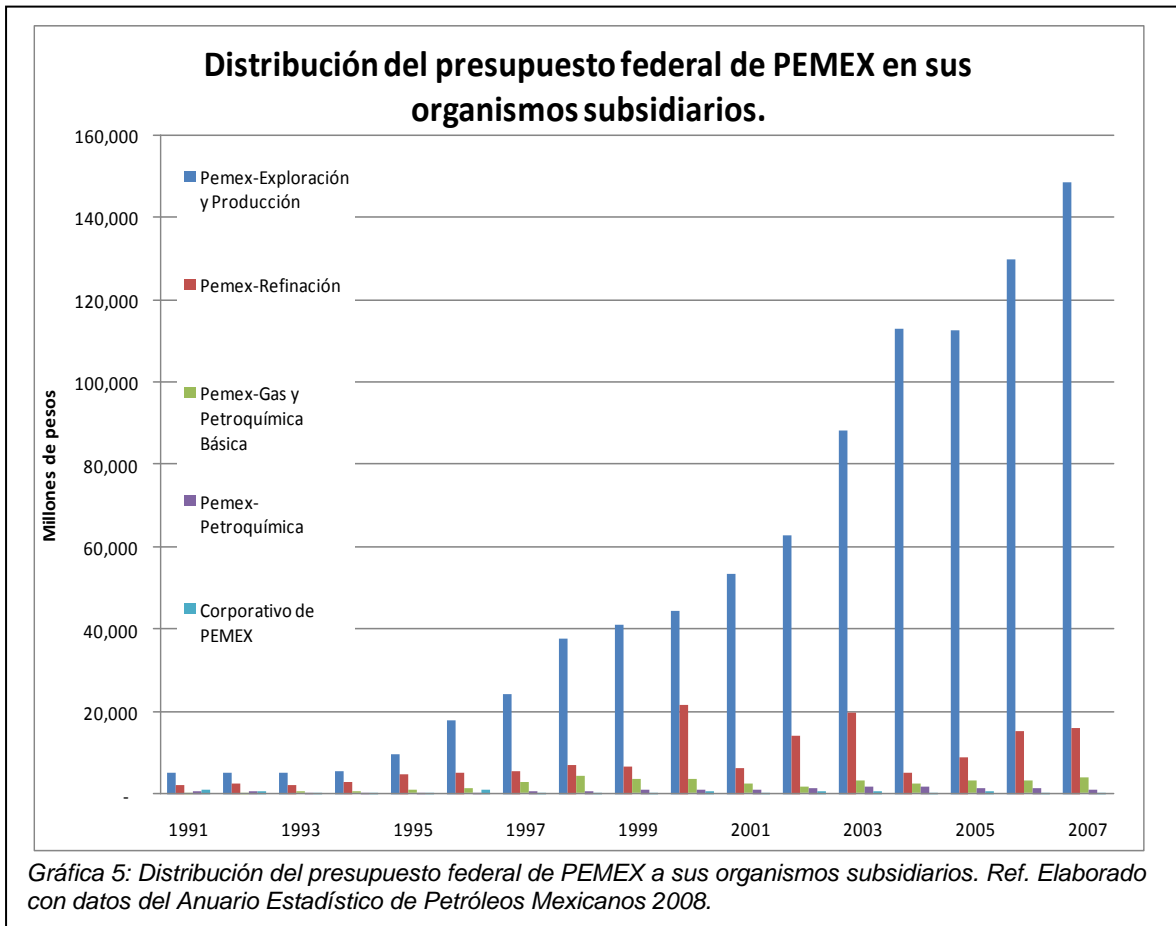
para los productores privados, refleja en gran medida el hecho de que las plantas de PEMEX que están en operación, se encuentran al máximo de su capacidad.

Según información del Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica, editado por la SENER, el consumo nacional aparente corresponde a la producción, esto contradice el clima del sector privado reflejado en el IRIP 2007.

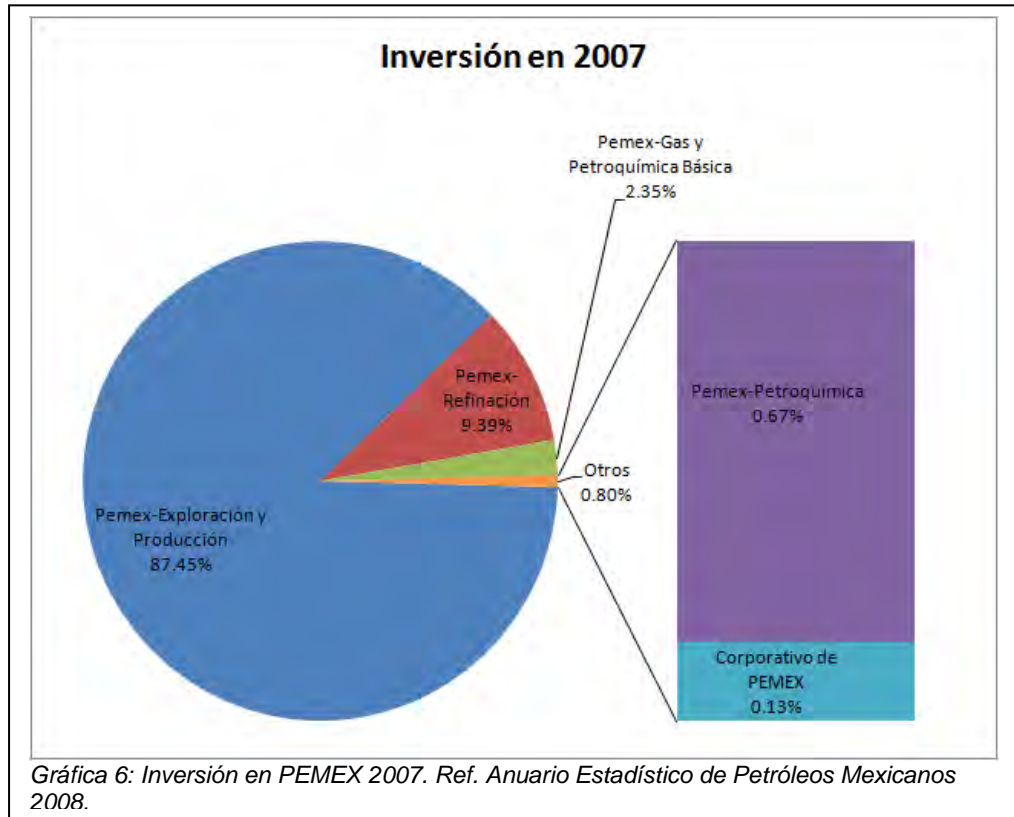
	2005			2006			2007		
	CNA	Producción	Producción/ CNA	CNA	Producción	Producción/ CNA	CNA	Producción	Producción/ CNA
	(miles de toneladas)			(miles de toneladas)			(miles de toneladas)		
Etileno	1,085.0	1,085.0	1.00	1,128.0	1,128.0	1.00	1,001.0	1,001.0	1.00
Propileno	646.0	32.0	0.05	697.2	24.0	0.03	623.4	20.0	0.03
Amoniaco	513.5	514.0	1.00	588.1	592.0	1.01	756.4	714.0	0.94
Benceno	105.8	160.0	1.51	134.8	135.0	1.00	118.4	118.0	1.00
Xileno	35.3	35.0	0.99	27.8	28.0	1.01	27.8	30.0	1.08
Tolueno	252.5	253.0	1.00	203.4	203.0	1.00	2,606.7	175.0	0.07
Metanol	81.2	81.0	1.00	85.3	85.0	1.00	12.2	12.0	0.98

Tabla 4: Relación de Capacidad Instalada y Producción para intermedios. Ref. Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007 (SENER) y Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.

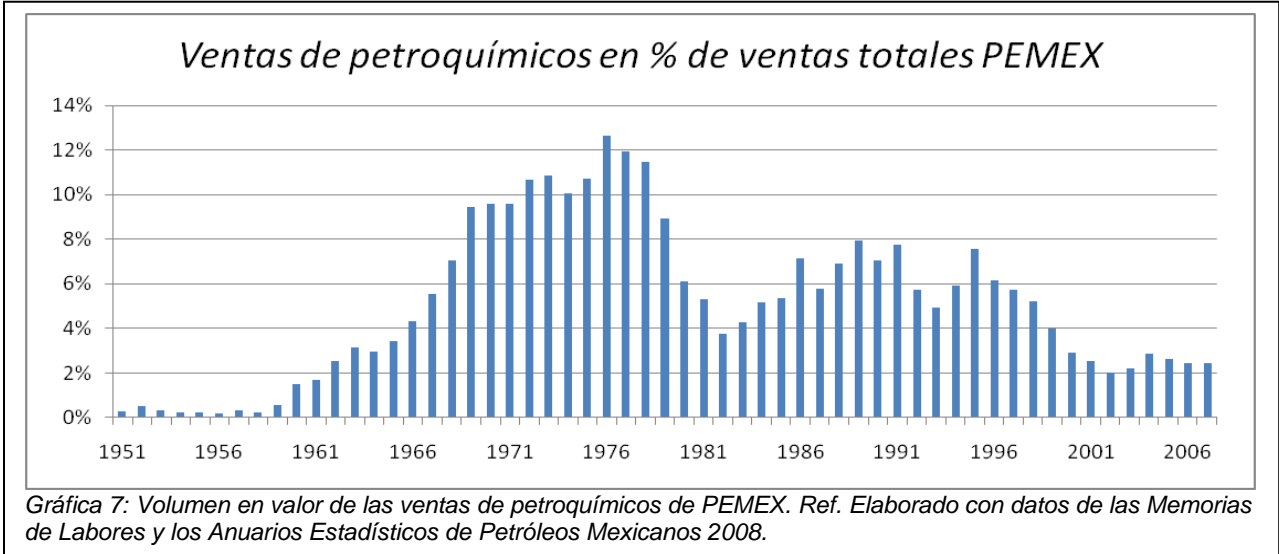
Adicionalmente, analizando los números del Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007, se observa que la producción de propileno está notablemente por debajo del consumo nacional aparente reportado de 2005 a 2007.



La falta de aprobación de proyectos de expansión en el área de petroquímica ha sido el principal freno para esta industria, dado que el marco legal existente y el nuevo que comprende la Reforma Energética tiene como última palabra la aprobación del Ejecutivo para llevar a cabo los proyectos necesarios. A partir de 1995 empezó una clara tendencia en el aumento de capacidad de producción de petróleo crudo y gas natural, por sobre todos los sectores de Pemex, esto puede constatarse con las cifras reportadas en el Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos.



De acuerdo también con las memorias de labores y los anuarios estadísticos de Petróleos Mexicanos, la producción de petroquímicos empezó a tener una importancia notable para los ingresos de Pemex durante la época de desarrollo, y más o menos durante el periodo 1988-1994 cuando fue la reestructuración, sin embargo en el periodo 1994-2000 fue cuando los ingresos de PEMEX en este ramo descendieron niveles parecidos al del inicio de la petroquímica mexicana en los años 50's. En este último periodo fue cuando se dejó de considerar estratégica la industria petroquímica mexicana.

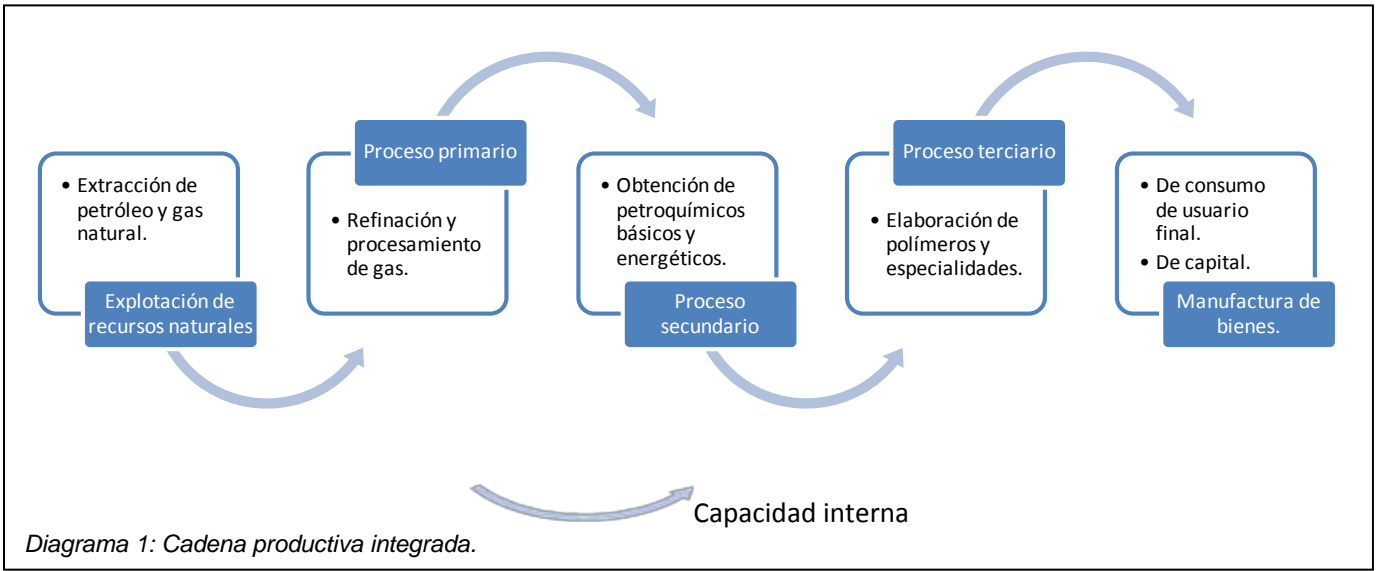


4. SINERGIA DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS

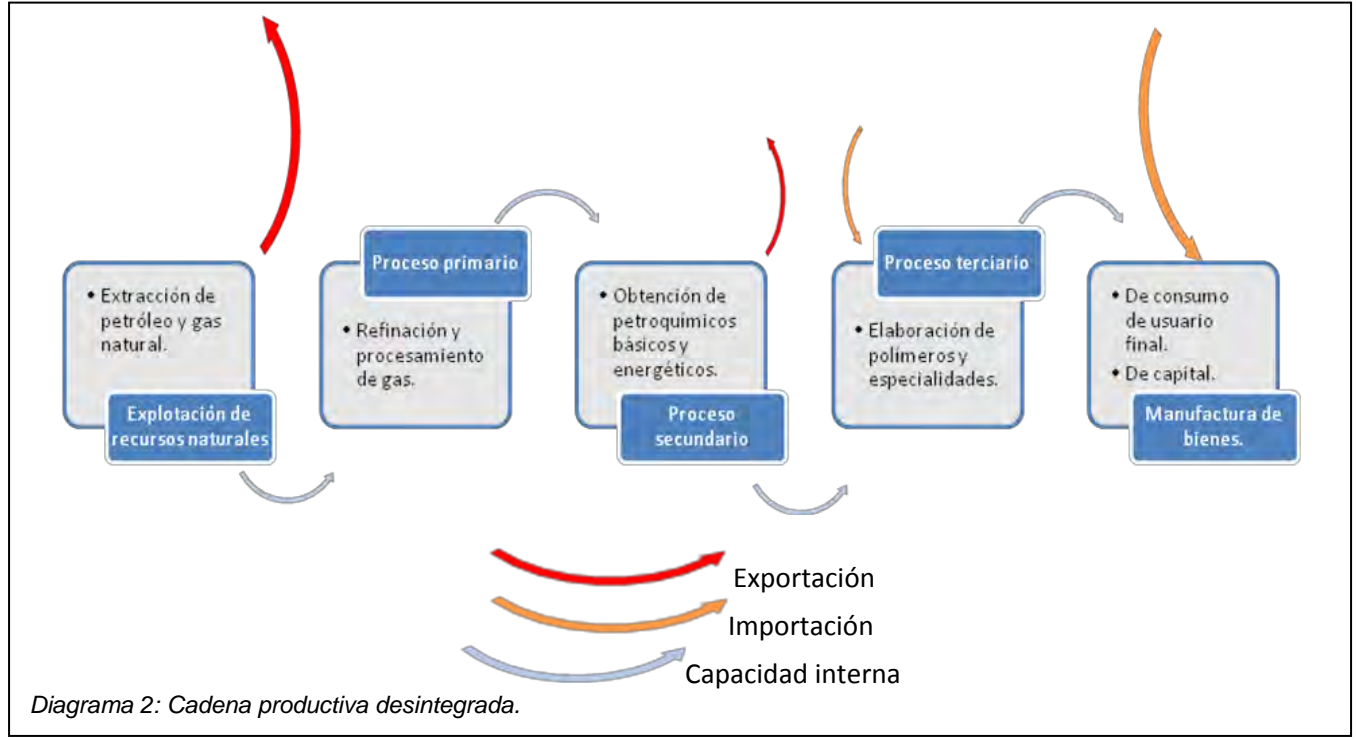
Desde la extracción del petróleo y gas natural, hasta la manufactura de bienes de usuario final, el beneficio que se obtiene a partir de los recursos naturales es el resultado de varias etapas de procesamiento de los diferentes materiales que, al paso por cada una de las etapas de acondicionamiento, van constituyendo las materias primas para las diferentes aplicaciones y necesidades.

La variedad en los requerimientos de materias primas es susceptible a las variaciones de mercado, por lo que las redes formadas entre el origen y el destino de los materiales, y la cantidad de flujo de estos, son redes que cambian constantemente manifestándose como la sustitución de materias primas o proveedores por aquellas o aquellos que ofrecen mejor accesibilidad, por ejemplo; la sustitución de proveedores nacionales por proveedores extranjeros a través de importaciones; el reemplazo del metal, la madera y el vidrio por productos sintéticos; y la sustitución de activos químicos por aquellos en armonía con las necesidades ambientales actuales y previstas para el futuro (algunos tensoactivos y pesticidas).

Las siguientes figuras representan de forma simbólica como son una cadena productiva integrada y una desintegrada.



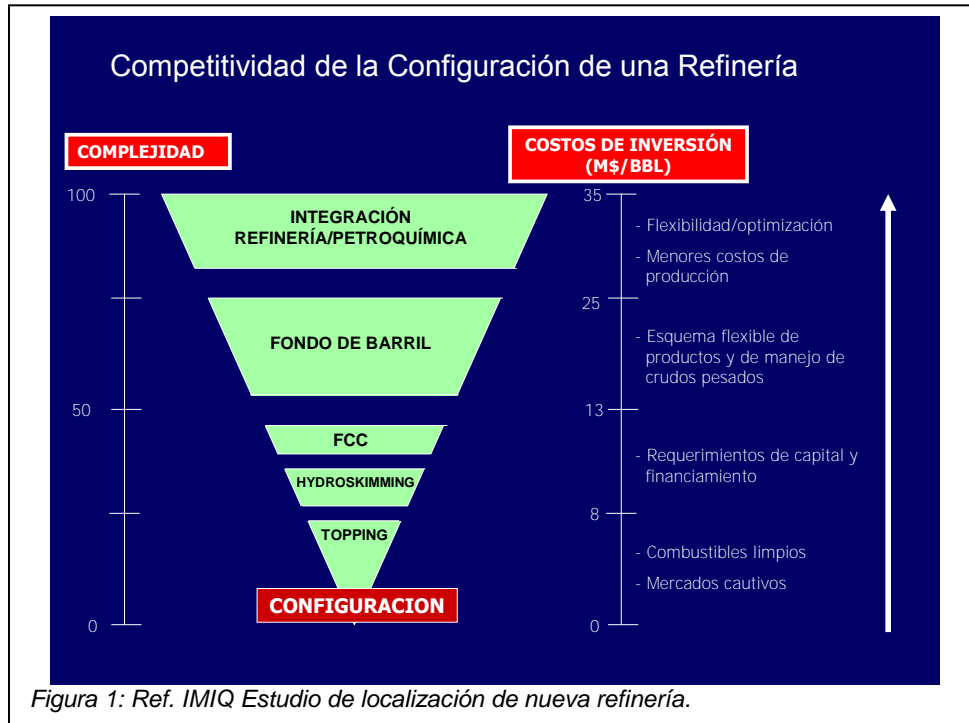
La integración o desintegración de una cadena productiva depende mucho del fin que se busca en cada una de sus etapas y así como de los requerimientos de cada una de las mismas. Es importante que lo que se busca en cualquier etapa de procesamiento o acondicionamiento, esté en



armonía con lo que se busca en conjunto, en el todo, de modo que puedan aprovecharse mejor las oportunidades. Los actores básicos en cualquier industria son; el marco legal, los recursos técnicos, los recursos humanos, el desarrollo tecnológico y la propiedad intelectual, las políticas de comercio y tributaria, entre otras.

La postura en el desarrollo o evolución de cada uno de los actores tendrá como efecto la sinergia o el conflicto, la potenciación del resultado total o la desaparición de los beneficios. Las cadenas productivas (de cualquier industria) son de naturaleza interdependiente, es decir, las mejores ideas de una etapa con las mejores ideas de la otra, para lograr mayores resultados que el resultado obtenido con la suma de los esfuerzos individuales. Todo cambio o modificación debe ser integral.

El reto actual, con la competencia de Medio Oriente y Asia, es la integración de las cadenas productivas en México, lo que tendrá mucha importancia para la nueva competitividad. Ampliando la perspectiva en el alcance de la optimización de procesos, más que integrar los procesos internos de una planta o entre instalaciones, surge la oportunidad de integrar los procesos que involucran las primeras etapas de procesamiento con aquellas que no necesariamente son subsecuentes, es decir, integrar las cadenas requiere que todos tengamos el mismo fin en mente.



Utilizando la tecnología informática disponible de libre acceso y mirando hacia las instalaciones de la Industria Petrolera (Sector Público), pueden apreciarse interesantes cuadros que reflejan la realidad actual de esta industria, en las fotografías de las siguientes páginas se muestran las instalaciones de PEMEX que cuentan con espacios potenciales para la realización de proyectos nuevos.

Nótese cómo en algunos espacios se aprecian áreas con vestigios de lo que alguna vez se ocupó con instalaciones (ahora inexistentes), o espacios internos ya concesionados con “espacio virgen” espacios utilizables para alojar nuevas instalaciones. Espacio virgen se refiere a las porciones de los terrenos concesionados a PEMEX, que actualmente se encuentran como

terreno sin acondicionar y se muestran como pastizal, terreno con arbustos u otro tipo de vegetación.

Desde el punto de vista técnico y contrariamente a lo dispuesto en el marco legal, la obtención de petroquímicos precursores no es exclusiva de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, ni de PEMEX-Petroquímica, la producción de petroquímicos es también resultado tanto de los procesos de refinación como de aquellos para el acondicionamiento del Gas Natural. He ahí la importante oportunidad estratégica de promover esta industria en la cercanía de refinerías y centros procesadores de gas, no solamente en la cercanía con PEMEX-Petroquímica.

En el caso de refinerías y complejos petroquímicos existe la oportunidad especial de emprender proyectos de construcción de nuevas plantas y producción de nuevos materiales por medio de financiamiento compartido con el Sector Privado y para aquellas actividades no reguladas como exclusivas del Estado, por ejemplo; Dentro de los espacios acondicionados de PEMEX, actualmente no utilizados o vacíos como en la Unidad Petroquímica Camargo o en la Refinería de Salamanca, construir, instalaciones nuevas que operen modelos de costos de igual rentabilidad para ambos inversionistas, que aprovechen *in situ* las condiciones en las que PEMEX puede entregar corrientes de subproductos de etapas de procesamiento previas o exclusivas del Estado, permitiendo el ahorro en costos de operación, transporte y reacondicionamiento de alimentación a plantas; y la oportunidad de PEMEX de recibir ingresos extra para emprender

proyectos de nueva capacidad y nuevos complejos que permitan desarrollar la industria nacional pública y privada, al hacer frente en forma efectiva al desabasto nacional. A continuación se muestran fotografías representativas de espacios de PEMEX en la actualidad.



Ilustración 1: Centro Procesador de Gas Poza Rica



Ilustración 2: Refinería de Salamanca.



Ilustración 3: Unidad Petroquímica Escolín.





4.1. Aspectos tecnológicos

La diversidad en opciones tecnológicas para la industria petroquímica de los últimos años presenta soluciones para el impulso de las cadenas productivas de aromáticos, de etano, de propano y metano, involucrando procesos de refinerías y centros procesadores de gas.

México requiere un papel más predominante en el desarrollo de tecnología local e innovadora, pues aunque existe la capacidad técnica, humana y profesional, se han orientado grandes esfuerzos en la reparación y reconfiguración instalaciones existentes, quedando en segundo término la construcción de nuevas plantas y el desarrollo de nuevas tecnologías.

Cabe mencionar, que la mayoría de las plantas existentes en PEMEX incorporan gran proporción tecnología extranjera, limitándose el aprovechamiento las mismas a los términos y condiciones acordados en la obtención de licencias para la construcción y operación.

En México, existe un organismo plenamente dedicado al desarrollo de tecnología, proyectos y recursos humanos para la industria petrolera en general, es el Instituto Mexicano del Petróleo, que es el centro de investigación de México dedicado al área petrolera, cuyos objetivos principales son la investigación y desarrollo tecnológico, la ingeniería y servicios técnicos y la capacitación, así como el otorgamiento de grados académicos,



Ilustración 8: Instituto Mexicano del Petróleo, Cd. de México.

la comercialización de los resultados de la investigación y desarrollo



Ilustración 7: Áreas de especialidad del Instituto Mexicano del Petróleo.

tecnológico y la suscripción de alianzas estratégicas y tecnológicas. El Instituto Mexicano del Petróleo tiene cinco especialidades, exploración y producción, ingeniería de proyecto, ingeniería de proceso, seguridad y medio ambiente y, capacitación.

Existen también opciones tecnológicas desarrolladas por compañías en otros países, las cuales ofrecen ventajas tecnológicas en cuanto a costos de producción y ambiente. La compra de tecnología extranjera tiene limitaciones importantes, tales como la obtención de la licencia para la construcción y operación a cambio de restricciones en el desarrollo de tecnología local o, a cambio de créditos atados como el proveer equipo de un fabricante específico, entre las más representativas. En el [anexo 10.4](#) puede encontrarse una amplia lista de tecnologías recientes desarrolladas por compañías en otros países.

4.2. Otros aspectos.

Política de comercio. El principal conflicto al que se enfrenta la industria petroquímica mexicana es la abundante disponibilidad de materia prima básica precursora de diversos productos, proveniente principalmente de medio oriente y china, a bajo costo. Históricamente, se han empleado acciones antidumping, las cuales son mecanismos legales que sirven para proteger el mercado interno de la competencia desleal proveniente del exterior, derivada de la disponibilidad de productos a precio de venta menor al costo de producción en el mercado local.

Sin embargo, en el comercio internacional de México, esto representa el cambio en los flujos de diversos productos resultando cambios en el mercado.

Política de seguridad. Desde 2007 se ha vivido en México el incremento de la violencia en todo el país, caracterizándose por enfrentamientos entre policías, militares y bandas del crimen organizado, además de altos niveles de corrupción demostrada que restan mucha confianza en México por la incongruencia entre los discursos y los hechos. Respecto a las inversiones que se esperarían para México en sectores industriales, la falta de confianza en la seguridad (difundida también hacia otros sectores gubernamentales) disminuye el deseo de emprender negocios en nuestro país, además de existir otros sitios más ventajosos.

Política tributaria. Particularmente para la industria petrolera, la extracción de ingresos de PEMEX en forma de impuestos durante décadas, llevó a un descuido serio en el equilibrio que debe existir entre beneficio obtenido y capacidad de producción de beneficio actual y futura.

La alta dependencia del gobierno mexicano para poder funcionar, a partir de alto gravamen impuesto a Petróleos Mexicanos (en comparación con otros sectores industriales) y el modelo tributario actual obsoleto e ineficiente (mal distribuido), no favorece el desarrollo de una cadena altamente integrada que permita obtener los beneficios tributarios que el gobierno requiere así como la adecuada diversificación de las fuentes de impuestos.

La distribución más homogénea de las fuentes de ingresos permitiría disminuir la dependencia que se tiene a las utilidades de Petróleos Mexicanos, permitiendo también que la inversión se perpetúe generando con

ello más fuentes de producción, más bienes económicos y también más bienes tributarios.

Nuevo marco legal. A finales de 2008, se decretó el nuevo marco legal que regirá las industrias petrolera y petroquímica mexicanas. Entre los objetivos más relevantes está disminuir el rezago en inversión capacidad de producción nueva y actualizada, particularmente en lo que se refiere a inversión conjunta entre PEMEX y el sector privado para el diseño, construcción y operación de plantas petroquímicas nuevas. El nuevo conjunto de leyes está todavía en proceso de instauración, y en 2009 será quizá muy pronto para comprobar su efectividad.

Seguridad Sanitaria. A mediados de abril de 2009, se presentó un fenómeno sin precedentes en México, el brote de influenza humana A(N1H1), de la que no existía antecedente como contagiosa de humano a humano, esta situación provocó una alerta mundial por la propagación del microorganismo y la incertidumbre respecto a sus efectos desconocidos. Este acontecimiento, generó reacciones a nivel comercial, a nivel político, así como caída de la producción interna del país como consecuencia de las medidas precautorias, lo que añade un nuevo factor de riesgo de inversión para los posibles inversionistas.

5. ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN MÉXICO

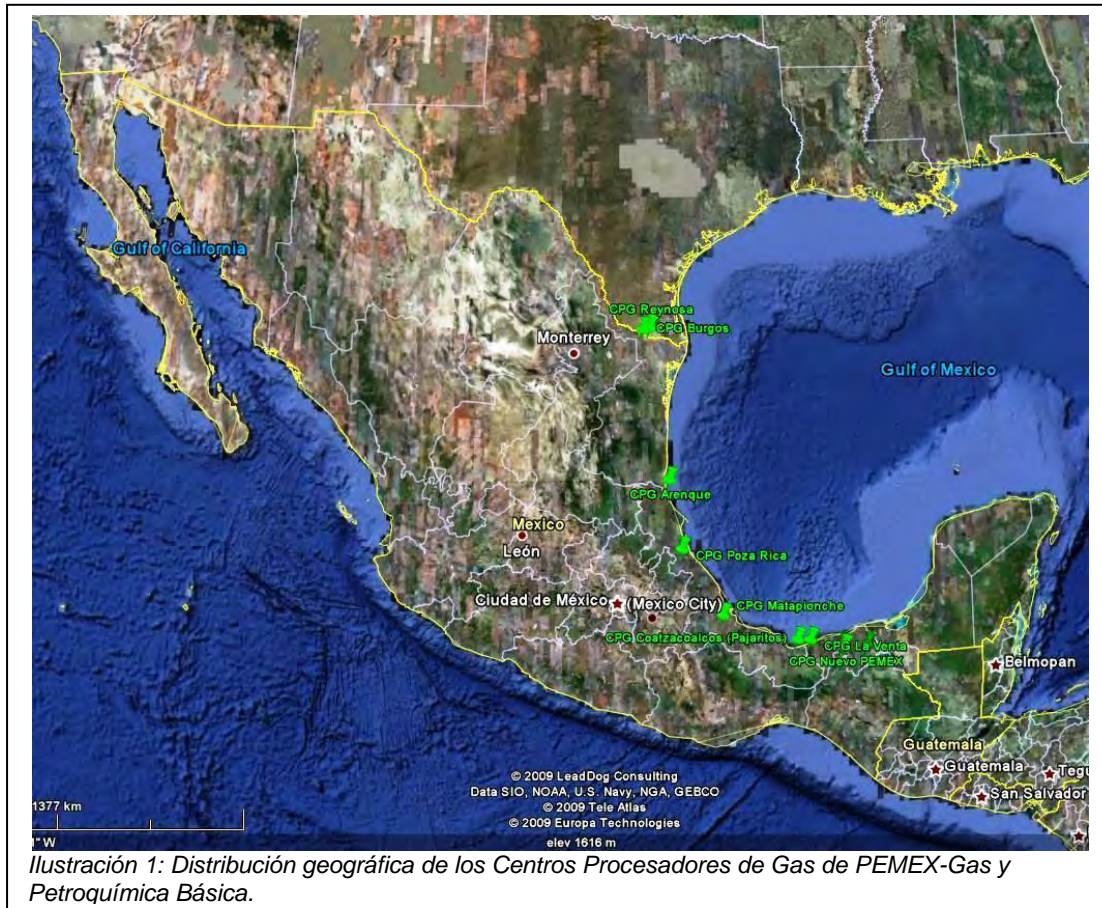
5.1. Instalaciones y Espacios de la Industria Petroquímica

El sector público de la industria petroquímica mexicana está operado por PEMEX a través de sus organismos subsidiarios.

PEMEX-Gas y Petroquímica Básica tiene a cargo la producción, importación, venta y distribución de los petroquímicos básicos, que son etano, propano, butano, pentanos, hexano, heptano, materia prima para negro de humo, naftas y 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. Aunque administrativamente, la elaboración de todos estos productos como producto principal de las plantas de producción es responsabilidad de este organismo subsidiario, en los reportes de producción en refinerías se muestra la obtención de materiales como pentanos, hexano, heptanos, materia prima para negro de humo y naftas, los cuales provienen básicamente del proceso de refinación del petróleo.

Las instalaciones de procesamiento de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica se encuentran instaladas en las proximidades al Golfo de México que es de donde se recibe prácticamente todas las corrientes de hidrocarburos para proceso, la otra parte de corrientes para proceso provienen de pozos en tierra.

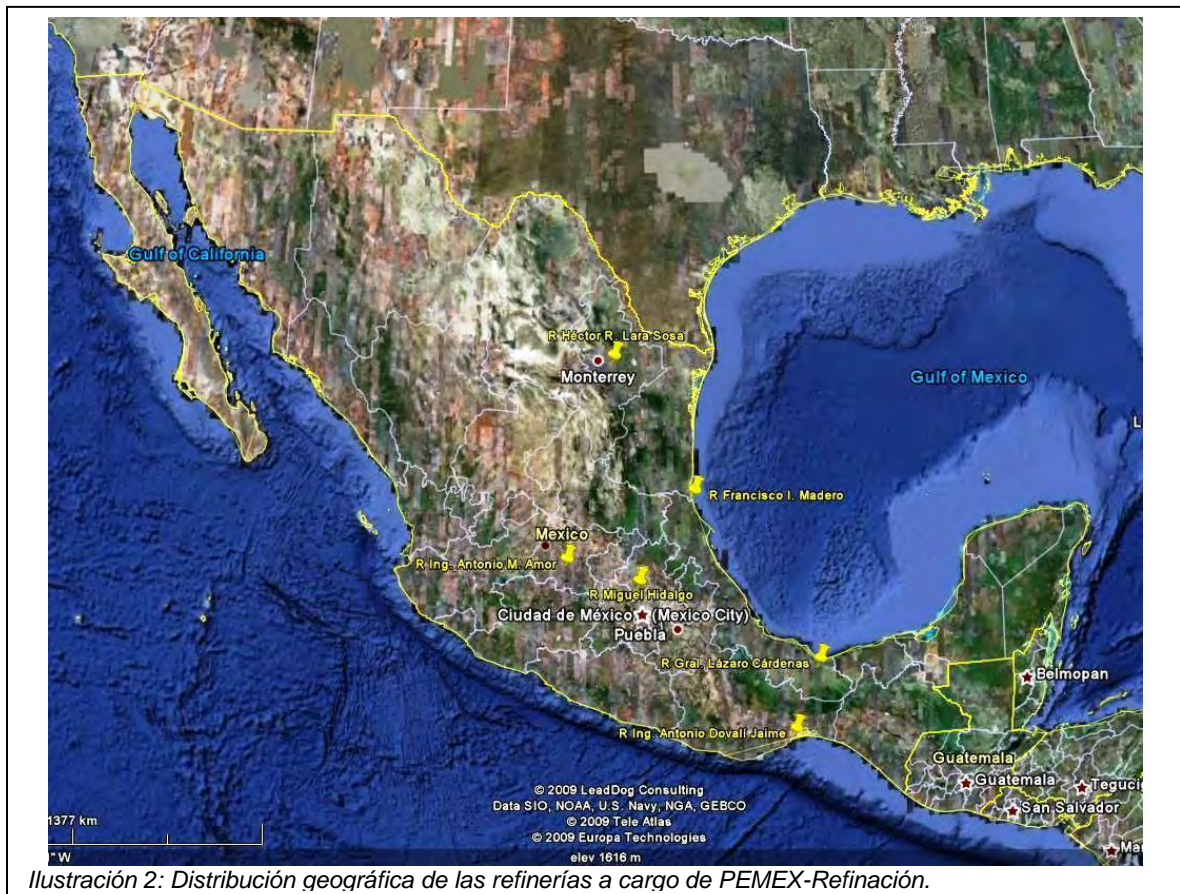
Los centros procesadores de gas, administrados y operados por PEMEX-Gas y Petroquímica Básica son Reynosa, Burgos, Arenque, Poza Rica, Matapionche, Área Coatzacoalcos (Instalaciones dentro del complejo Morelos y Cangrejera), La Venta, Cactus, Ciudad PEMEX y Nuevo PEMEX.



PEMEX-Refinación, las refinерías mexicanas se encuentran distribuidas de diferente manera respecto de los centros procesadores de gas, atendiendo de la mejor manera posible la demanda de combustibles principalmente, y de algunos petroquímicos. El sistema nacional de refinерías se compone de la Refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa en Cadereyta, Nuevo

León; la Refinería Francisco I. Madero en Cd. Madero, Tamaulipas; la Refinería Ing. Antonio M. Amor en Salamanca, Guanajuato; la Refinería Miguel Hidalgo en Tula, Hidalgo; la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas en Minatitlán, Veracruz; y la Refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime en Salina Cruz, Oaxaca.

En recientes fechas se anunció la construcción de una nueva refinería en Tula Hidalgo que aumentará la capacidad instalada de procesamiento total de refinerías de 1,540,000 a 1,840,000 bpd aproximadamente.



La producción de materiales que no son de elaboración exclusiva por parte del estado se lleva a cabo por los sectores público y privado. En el sector público se encuentra PEMEX-Petroquímica, quién elabora productos con los que compite contra petroquímica privada nacional y de importación. La petroquímica “abierta” de PEMEX, para referirnos de otro modo a este sector, es el sector que se ha visto más afectado con la reestructuración del organismo en 1992 y las reformas de 1996, ya que al segmentar las cadenas productivas rompiendo con ello la rentabilidad en los análisis de costos, ha recibido presupuestos enormemente disminuidos por la “no” justificación de los proyectos. Esto ha creado circunstancias para el paro en varias plantas productoras. Las instalaciones de PEMEX-Petroquímica son el Complejo Petroquímico Independencia, en Puebla; los Complejos Petroquímicos de Cangrejera, Morelos, Pajaritos y Cosoleacaque en Veracruz; el Complejo Petroquímico Tula, en Hidalgo; el Complejo Petroquímico Escolín, al norte de Veracruz; y el Complejo Petroquímico Camargo, en Chihuahua.

Actualmente, las instalaciones Escolín, Tula y Camargo, se encuentran con la menor producción entre los complejos de Pemex, mostrando cifras de producción que son poco o casi nada representativas, contextualizadas por el abandono y falta de interés del sector público.

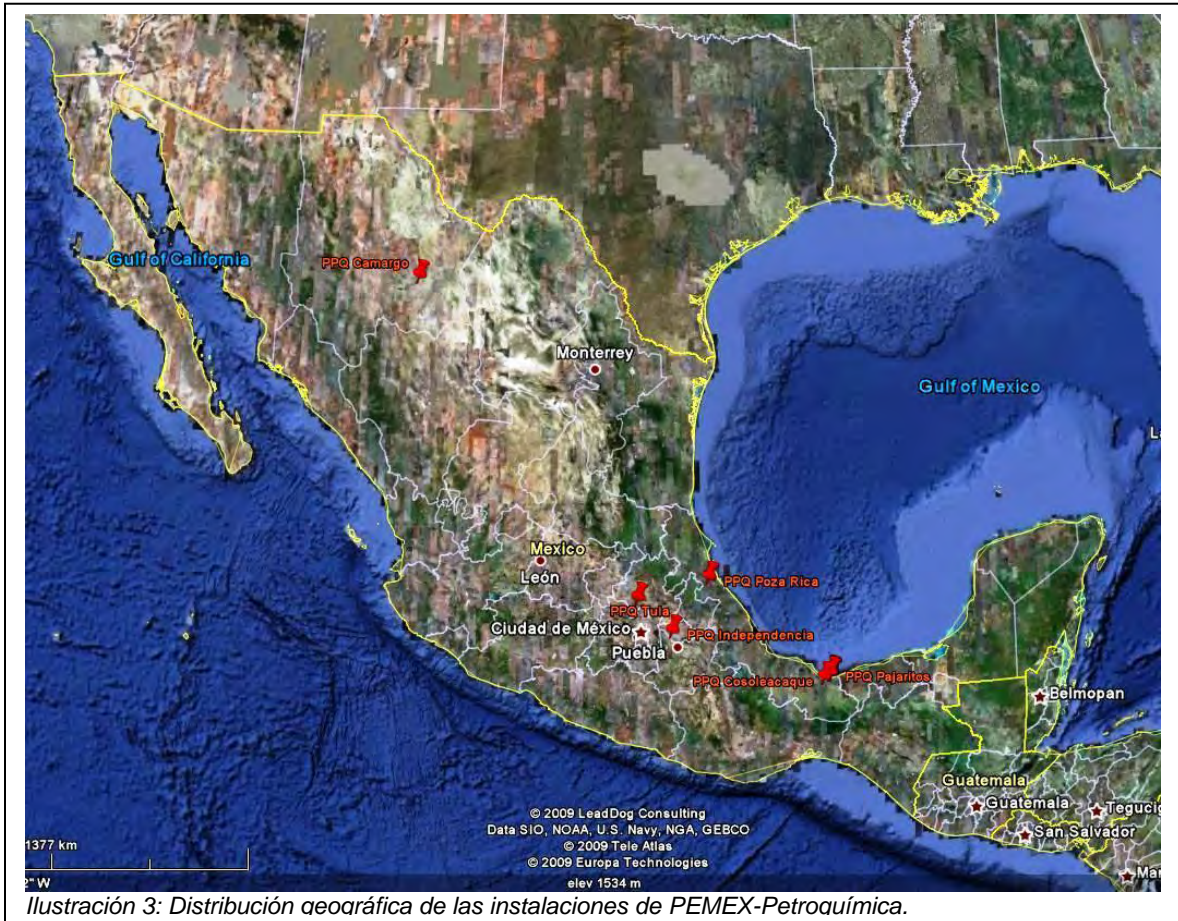
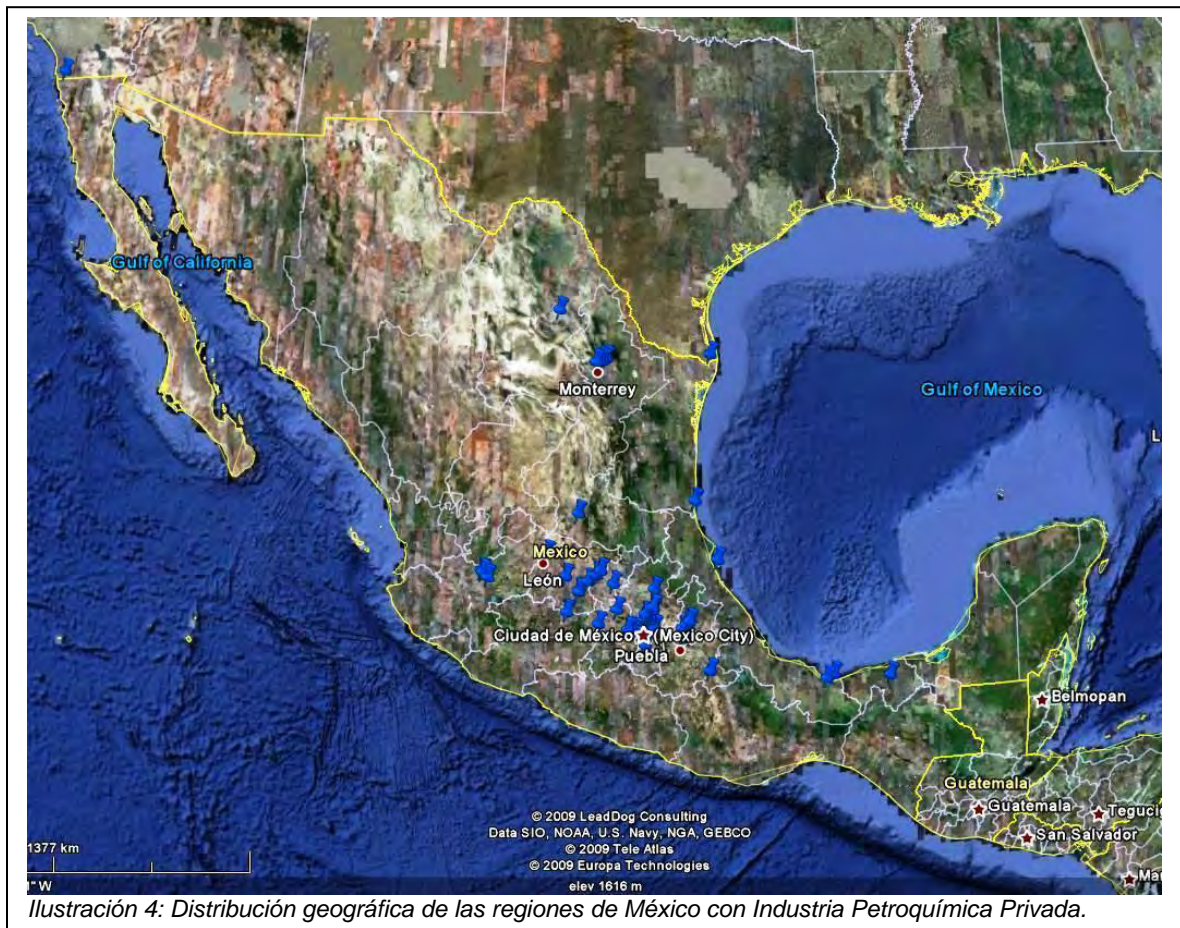


Ilustración 3: Distribución geográfica de las instalaciones de PEMEX-Petroquímica.

La industria petroquímica privada, abarca en México la región del altiplano central principalmente y también las zonas cercanas a los puertos de Coatzacoalcos, Altamira, Cd. Madero, Lázaro Cárdenas de las que se proveen de materias primas importadas (principalmente) y nacionales; es importante recalcar que la cercanía de la industria a puertos de altura es una oportunidad para exportar productos terminados derivados de petroquímicos.

Los productos generados por la industria petroquímica privada son principalmente insumos para otras industrias como la automotriz, la farmacéutica, construcción, plásticos, adhesivos y, pinturas y recubrimientos. Algunos de los materiales producidos por la industria privada son adhesivos

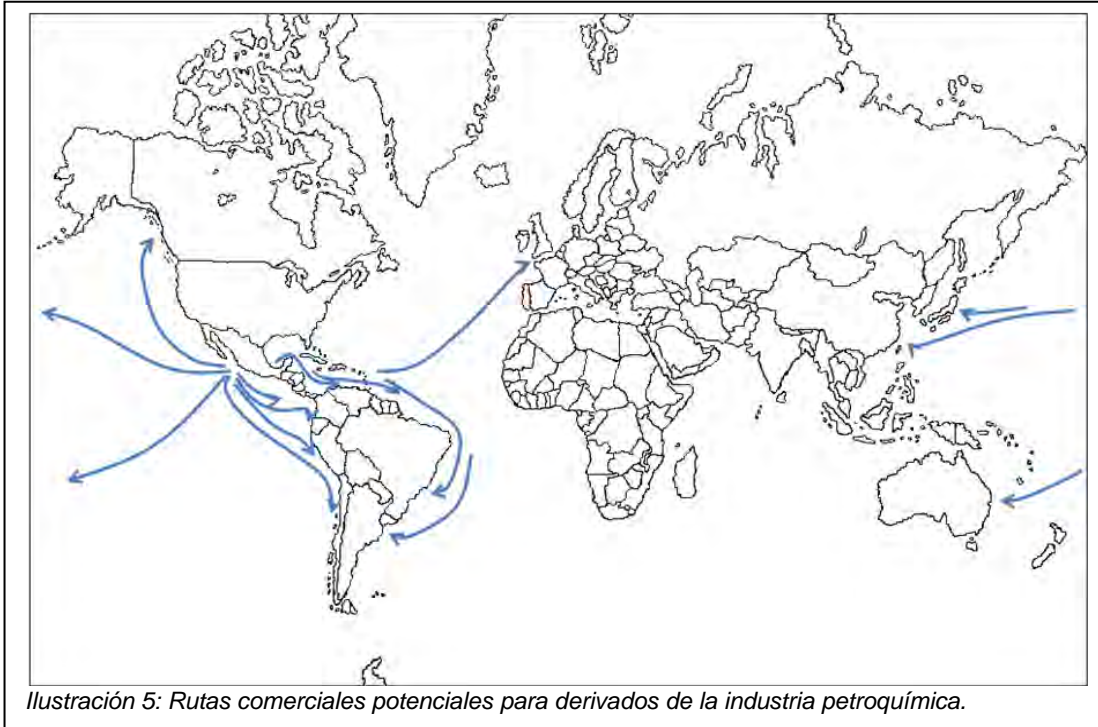
acrílicos, epóxidos, de uretano, silicones, cauchos; fertilizantes y agroquímicos; recubrimientos arquitectónicos e industriales; textiles, fibras sintéticas; iniciadores de polimerización; químicos finos, aditivos para alimentos, cosméticos, farmacéuticos; pinturas, esmaltes; selladores, aceites lubricantes industriales, automotriz y marino, lubricantes de alta presión; productos maléicos, antiespumantes, resinas, productos veterinarios, insecticidas, etanolaminas, propilenglicoles, etilenglicoles, anticongelantes, líquidos para frenos, industria lantera, etc.



Las empresas más representativas de este sector son 3M México, Agrofermex Industria de Guadalajara, Akra Polyester, Akzo Nobel Chemicals, BASF Mexicana, Bayer de México, Bostik Mexicana, Castrol México, Charlotte Chemical INTL., Chemtura Corporation Mexico, Clariant (México), Comercial Roshfrans, Corporativo Procter & Gamble, Degussa México, Derivados Maléicos, Dow Química Mexicana, Dupont, Eastman, Ferro Mexicana, Formoquimia, Grupo Celanese, Henkel Capital, Indelpro, Mexichem Resinas Vinílicas, NHumo, Polycyd, Reichhold Química, Rohm and Haas México, Sabic Innovative Plastics México, Total México, Wacker Mexicana.

5.2. Potencial Geográfico Comercial

México tiene una posición geográfica privilegiada al contar con amplio acceso a mares e infraestructura para utilizar las rutas comerciales en el océano pacífico y el océano atlántico. Cuenta con diversas opciones para atender diversos mercados además del nacional, principalmente en Centro y Sudamérica, Canadá, Estados Unidos, Europa, China y Australia, exportando materias primas para otras industrias y/o productos de usuario final.



Sobre el océano pacífico, pueden utilizarse las rutas comerciales hacia Centroamérica, Venezuela, Ecuador, Perú, Chile, Bolivia, Australia, China, Japón y probablemente Rusia. Desde el Golfo de México pueden aprovecharse aquellas que conducen hacia Brasil, Argentina, Cuba, Europa, y algunas regiones al oeste de África.

Las regiones de India, China, Rusia, Europa del este, el noreste de África serán ampliamente surtidas por los productores de medio oriente. Estados Unidos es principalmente importador de materias primas básicas para la producción de materias primas petroquímicas para otras industrias.

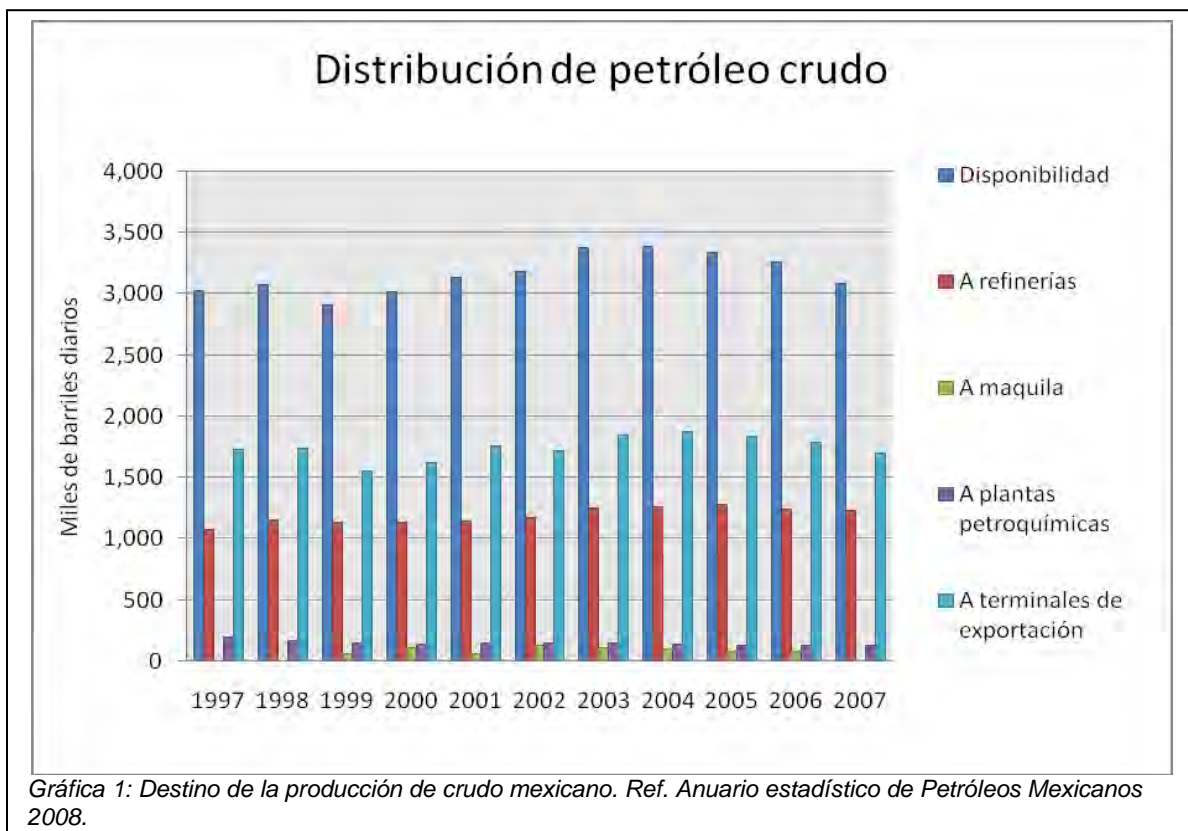
5.3. Recursos disponibles

Los recursos con los que cuenta México para impulsar su industria petroquímica nacional son la capacidad instalada en plantas públicas y privadas, la producción de petróleo y gas natural, y los espacios designados que PEMEX-Subutiliza al no obtener aprobación en proyectos por aparente no rentabilidad.

Durante los últimos 10 años, la distribución de la producción de petróleo se ha destinado principalmente a la exportación (55.1%) y a la producción de combustibles (37.6%), en cuanto a la industria petroquímica se ha destinado sólo un pequeño porcentaje (4.6%). Hay potencial para incrementar la proporción de hidrocarburos destinados a PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, PEMEX-Refinación y PEMEX Petroquímica, tanto para abastecer el mercado nacional de combustibles como para satisfacer la demanda interna real de precursores petroquímicos de primer nivel.

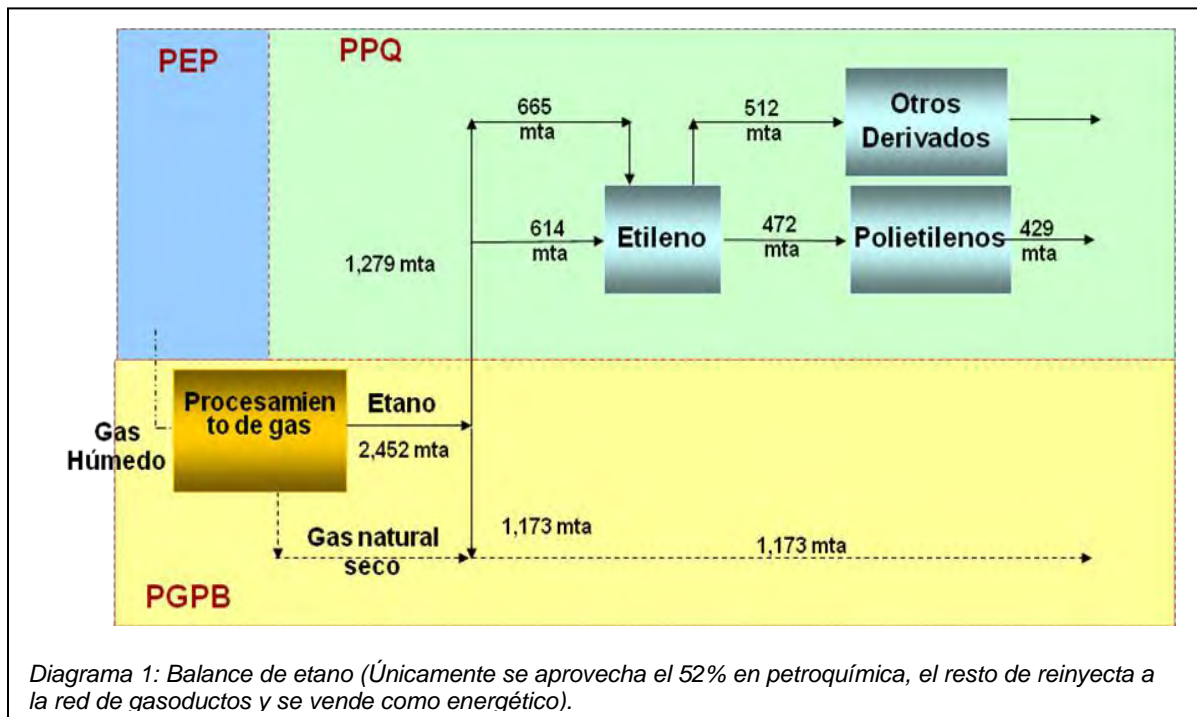
Distribución de petróleo crudo, miles de barriles diarios.											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Disponibilidad	3,025	3,074	2,909	3,015	3,130	3,180	3,375	3,385	3,335	3,259	3,084
Producción	3,022	3,071	2,906	3,012	3,127	3,177	3,371	3,383	3,333	3,256	3,082
Naftas y condensados	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	2
Distribución	2,998	3,056	2,891	2,987	3,105	3,163	3,356	3,363	3,320	3,233	3,058
A refinerías	1,073	1,155	1,133	1,127	1,140	1,172	1,246	1,258	1,275	1,242	1,231
A maquila	-	-	57	104	62	130	112	97	81	80	-
A plantas petroquímicas	194	163	150	136	146	145	150	134	131	122	126
A terminales de exportación	1,731	1,738	1,551	1,620	1,757	1,716	1,848	1,874	1,833	1,789	1,701
Empaque, movimiento de inventarios, mermas, inyecciones, traspasos y diferencias estadísticas.	28	17	19	29	25	17	17	22	15	25	26

Tabla 1: Destino de la producción nacional de crudo. Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2008.



Gráfica 1: Destino de la producción de crudo mexicano. Ref. Anuario estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.

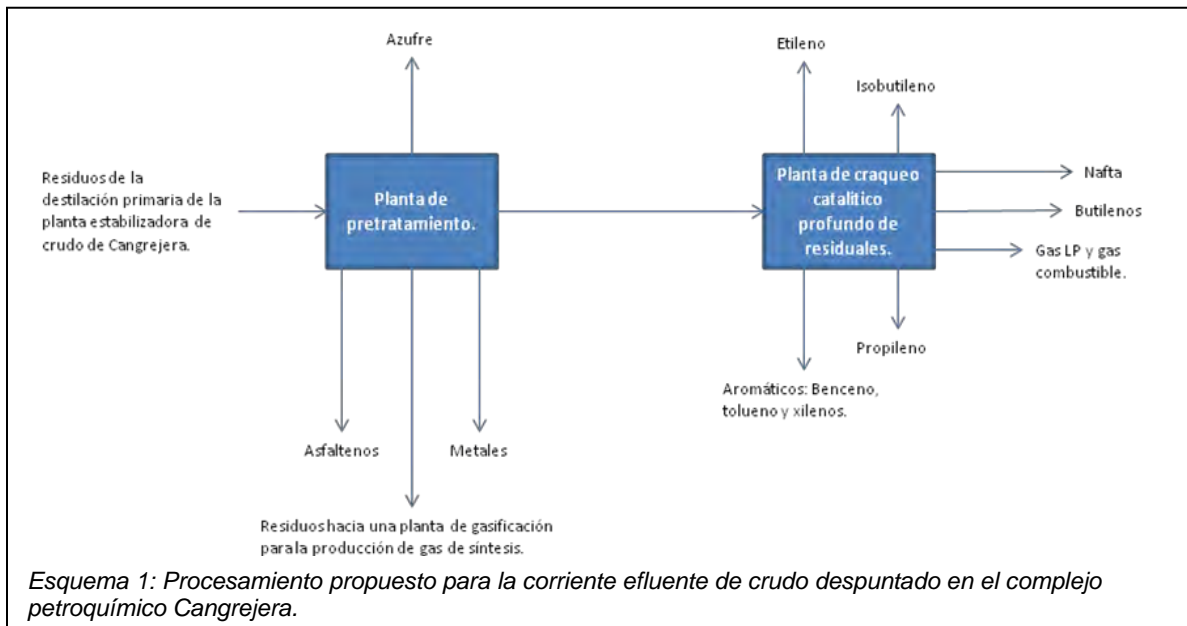
Dentro de la producción corriente de petroquímicos por parte de PEMEX, se está desaprovechando la corriente de etano que es reinyectada a ducto con gas natural, y otras que se calientan y sólo se separa una parte la cual se procesa, y el resto se enfría y vende a precios rebajados, como es el caso del crudo despuntado efluente del Complejo Petroquímico de la Cangrejera.



6. LA PROPUESTA

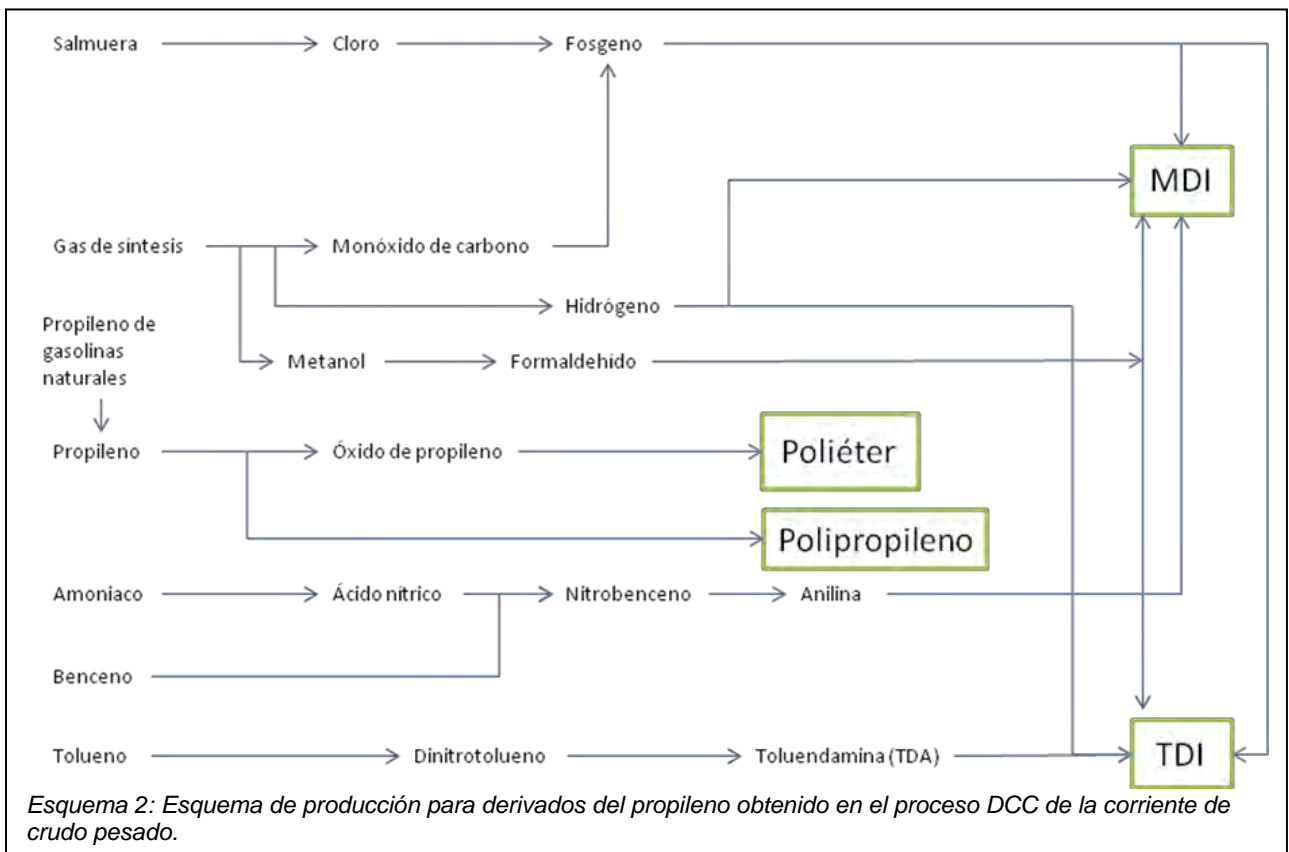
6.1. Propuestas técnicas

A) En el complejo petroquímico la Cangrejera, existe una corriente de crudo efluente, la cual se enfría y se vende a precio rebajado. En lugar de eso, se propone transformar *in situ* el crudo despuntado efluente de las plantas de PEMEX en Cangrejera para producir grandes cantidades de propileno, benceno y tolueno mediante el proceso DCC (Deep Catalytic Cracking), y con estos productos elaborar otras materias primas precursoras como Toluen-diisocianato, Metil-diisocianato, para la fabricación de poliuretanos, los cuales son productos de alto valor agregado.



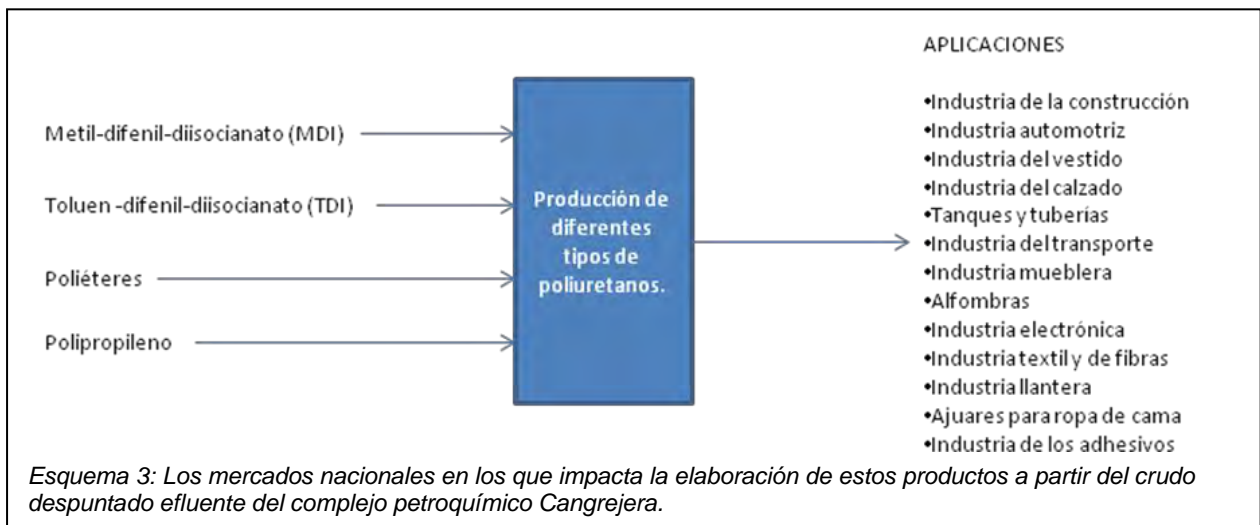
La construcción de un DCC (Deep Catalytic Cracking), para la producción de derivados a partir de crudo despuntado, puede hacerse

en proyectos conjuntos con la iniciativa privada, por medio del arrendamiento de los espacios que PEMEX ya tiene concesionados y actualmente desocupados dentro del mismo complejo petroquímico, y que bajo un modelo de costos equitativo, permitirá ingresos extra a PEMEX-Petroquímica con los que se podría financiar nuevos proyectos de petroquímica básica, por su parte el sector privado podría tener instalaciones que operarían con menores costos debido al ahorro en el



transporte de la materia prima hasta su planta, pues esta se encontraría a escasos metros de la planta proveedora de PEMEX-Petroquímica.

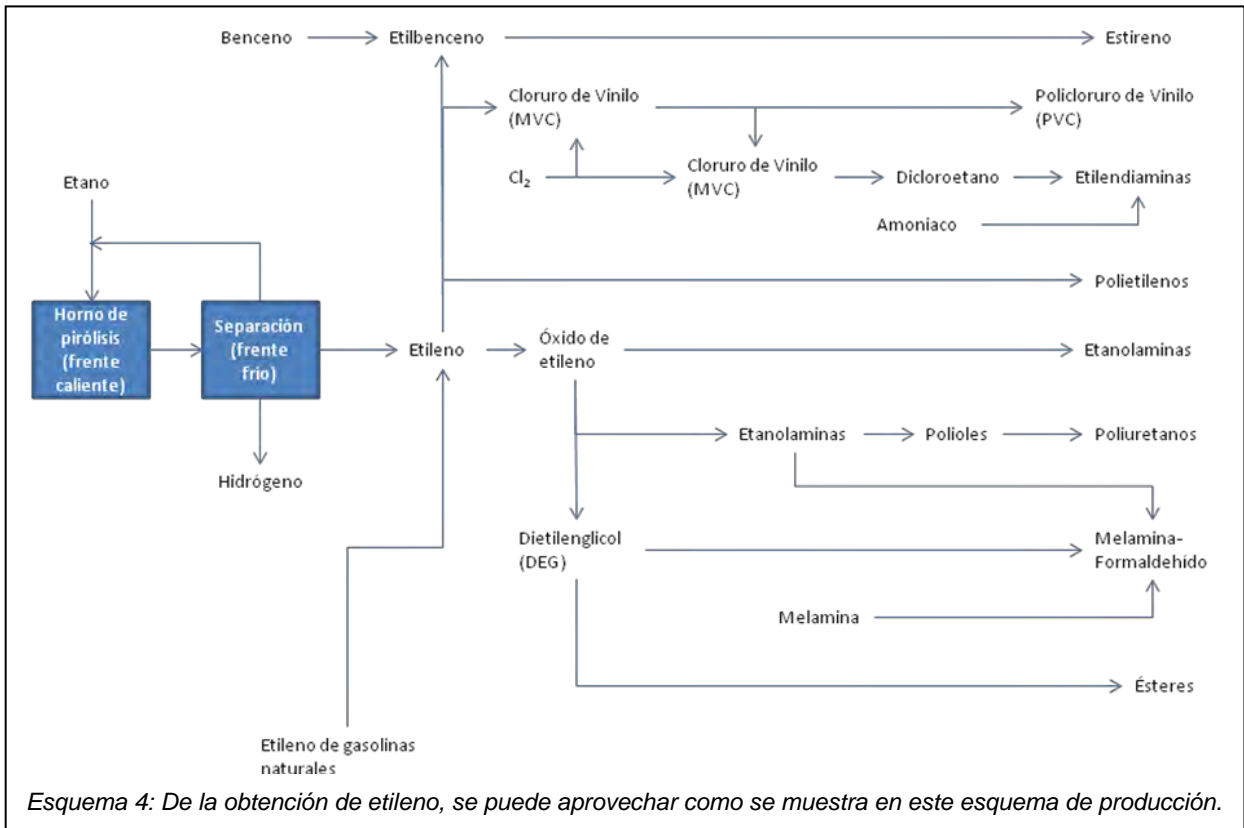
Adicionalmente, el aprovechamiento *in situ* de crudo despuntado, permite el ahorro tanto para el productor (PEMEX) como para el consumidor (inversión conjunta PEMEX-IP o inversión IP) en cuanto a los costos de operación, aprovechando la alta temperatura con que viene el efluente aprovechando el calentamiento al que fue sometido en el proceso previo, ahorrando en energía térmica y en gastos de reacondicionamiento para nuevas etapas de procesado.



B) Respecto a etano, prácticamente la mitad del etano separado del gas natural, se reinyecta a ductos de gas seco porque no hay capacidad de procesamiento suficiente para convertirlo todo en etileno. Se propone que en lugar de reinyectarlo, se construyan crackers u hornos de pirólisis para obtener hidrógeno útil para refinerías y etileno para su utilización en la amplia variedad de derivados.

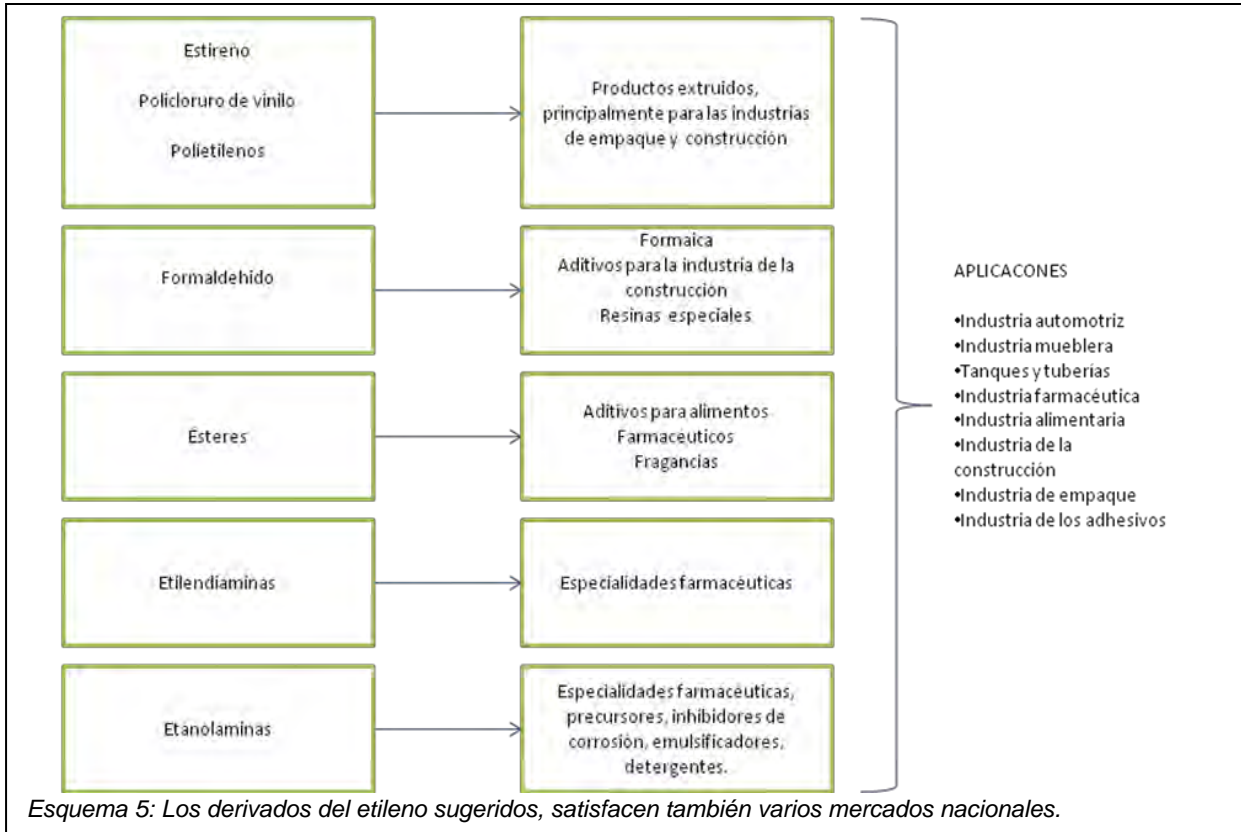
La capacidad nueva de procesamiento necesaria para evitar la reinyección a ductos es 1,173 MTA de etano.

Muy probablemente, la nueva capacidad requerida no sería solucionada con una sola planta de gran capacidad en un sitio, debido a que se cuenta con varios centros procesadores de gas que producen etano en diferentes localizaciones. Puede pensarse en una instalación céntrica a todos los productores y un sistema de ductos para etano solamente, o el desarrollo de los proyectos necesarios para cada uno de los Centros Procesadores de Gas productores.



Esquema 4: De la obtención de etileno, se puede aprovechar como se muestra en este esquema de producción.

La producción de etileno es una actividad no reservada como exclusiva del Estado, por lo que puede haber inversión conjunta en el



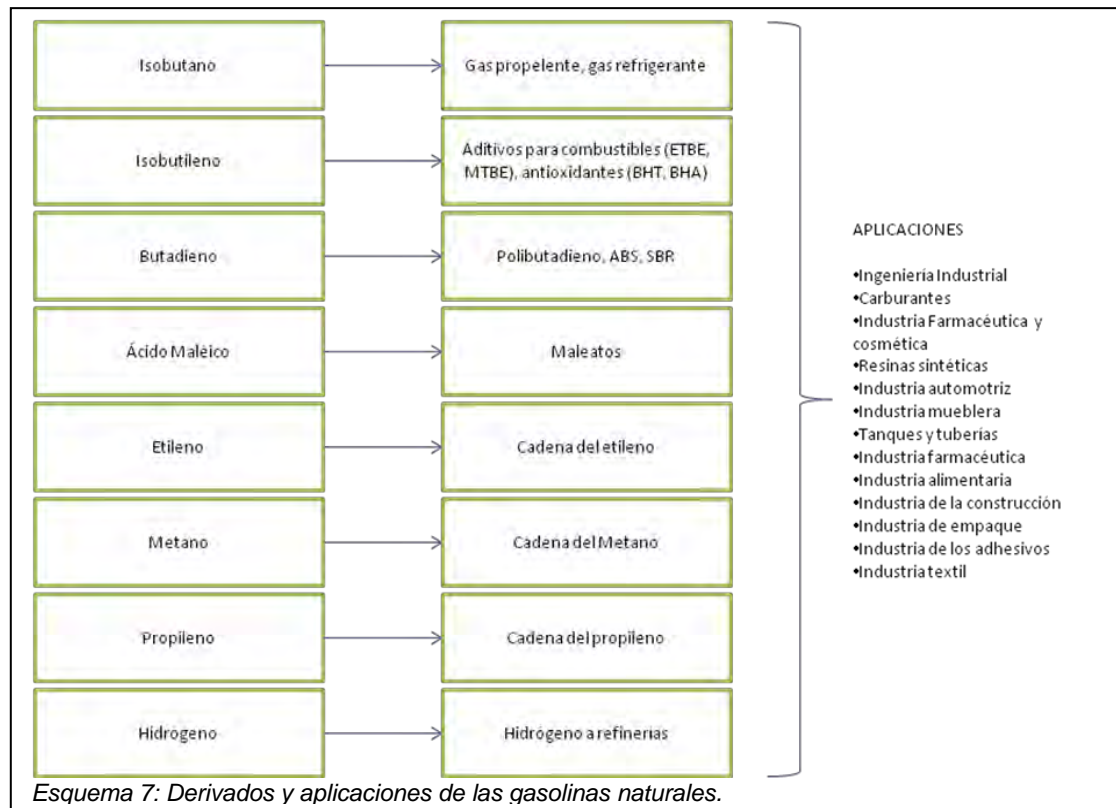
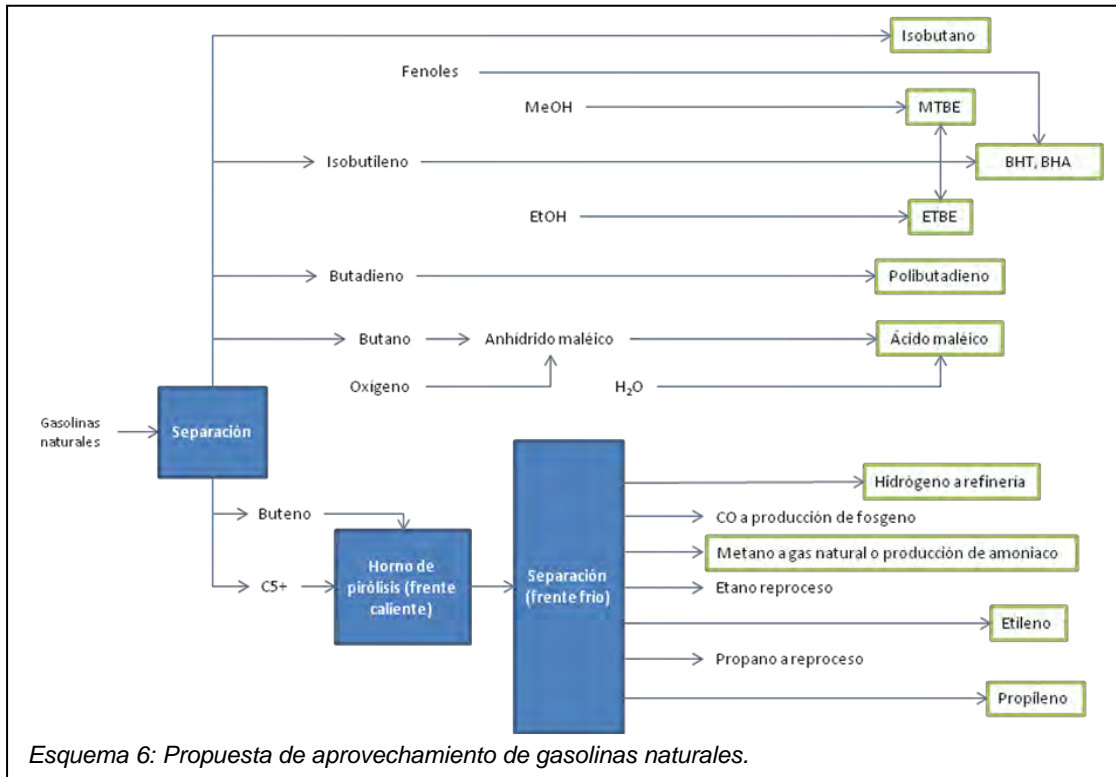
desarrollo de plantas de etileno que aprovechen el etano separado, así como en la infraestructura necesaria para convertir el etileno en derivados.

C) El aprovechamiento de gasolinas naturales tampoco carece de oportunidades, como antecedente reciente está el proyecto Fenix, el cual no se llevó a cabo por la “no rentabilidad” aparente ocasionada por la negativa de la Secretaría de Hacienda a dar un precio preferencial a las gasolinas naturales su aprovechamiento, lo que daría

como resultado la generación de nuevas fuentes productivas (empleo e infraestructura) y por lo tanto más impuestos que podría percibir. En publicaciones diversas de nuestro país, se han mencionado un balance en el que a partir de 80 mbd de gasolinas naturales podría obtenerse una producción de 1,000 MTA de Etileno y de 500 MTA de Propileno, materiales que serían aprovechados directamente en esquemas de producción como los descritos en los incisos A y B de la propuesta técnica de este capítulo.

En este trabajo, se propone el aprovechamiento de las gasolinas naturales, actualmente utilizados como combustibles, en la obtención por separación de; Isobutileno, Butadieno, Butano, y la elaboración de Etileno y Propileno por el proceso de craqueo de pentanos y compuestos más pesados obtenidos de los fondos del proceso de separación previo.

La obtención de los materiales propuestos pueden llevarse a cabo por inversión conjunta entre PEMEX y la iniciativa privada, con modelos de inversión que permitirán a PEMEX obtener, también por esta vía, ingresos adicionales, para el desarrollo de nuevos proyectos. Respecto a la iniciativa privada, gana también con la producción y abasto local de los productos mencionados, disminuyendo el desabasto existente que detiene esta industria.



7. ANÁLISIS

La petroquímica es la forma más inteligente de aprovechar los hidrocarburos, pues de ellos obtienen productos de alto valor agregado y también recursos económicos. Se compone de diversas etapas de procesamiento a través de las cuales se van constituyendo sus redes de distribución y las materias primas útiles en la elaboración de bienes de consumo y bienes de capital (Ilustración 4, Pág. 48).

En el ámbito internacional, el PIB de países asiáticos como China, India y Rusia ha reflejado en los recientes años, la activación de sus mercados locales con el impulso de su industria interna, entre las que se encuentra la Industria Petroquímica como motor de otras industrias como la automotriz, la alimentaria, farmacéutica, y de la construcción, entre otras (Gráfica 2, Pág. 49).

Según los datos publicados en el Almanaque Mundial editado por la CIA en E.U.A.; China, India y Rusia tienen, desde 2005, un PIB superior al 6% anual, muy por encima del aproximadamente 2.5% reportado para Europa, Estados Unidos y Japón. Resulta interesante también, que Brasil aparece como una economía emergente pues su liderazgo en el desarrollo tecnológico e industrial en Sudamérica se muestra con forma de crecimiento sostenido de su economía.

En el caso de México, que en 2006 creció casi un 5% (en gran medida por los ingresos obtenidos de los llamados “excedentes petroleros”), se

aprecia una inestabilidad en su economía, marcada principalmente por la dependencia a los ingresos por la exportación de crudo y a las importaciones desde EU. México es un país que exporta crudo e importa derivados.

Y bien, ¿Qué relación tiene la economía de los países con la petroquímica? La petroquímica es una industria internacional, que al producir materiales que son “commodities”, está sujeta a ciclos económicos que dependen de la oferta y la demanda; para el caso de esta industria, un juego entre Capacidad Instalada y Demanda Mundial que afecta a los precios internacionales. Entre 2008 y 2012, se espera el arranque de plantas de escala mundial, para la producción de Propileno, Etileno y derivados en las regiones de Asia y Medio Oriente, cuyas plantas de gran capacidad permite que sus costos de producción sean extraordinariamente bajos, disminuyendo la utilidad promedio de las operaciones de otros productores en regiones como Europa, Estados Unidos y Sudamérica. Claro que la economía de la industria petroquímica depende también de otros factores pues vivimos en un mundo interdependiente.

Las compañías productoras de petroquímicos más importantes en 2007 (Tabla 11, Pág. 51), fueron Dow Chemicals, SABIC, ExxonMobil, Access Industries (antes Lyondel Basell), y Royal Dutch/Shell; y si miramos el crecimiento sostenido de la región asiática, podría esperarse que en los próximos 2 o 3 años, empresas como SINOPEC de China y Formosa Group de Taiwan, puedan situarse entre las primeras 5 de esta lista. PEMEX se

encuentra en el lugar número 18 con la producción de Etileno, Propileno y Xilenos, mientras que no se reportan cifras para aromáticos ni metanol.

En el ámbito nacional, la industria petroquímica en México se encuentra en un estado lamentable, tanto en el sector público como en el privado. Al seguir la ruta de los derivados del petróleo, principalmente aquellos que forman petroquímicos, es muy fácil descubrir que, se explotan los yacimientos de hidrocarburos de México, más de la mitad del hidrocarburo se exporta a Estados Unidos, lo procesan fuera de nuestro país y, finalmente en la importación de derivados pagamos el precio del valor agregado con el que regresa. Mientras que esto sucede, los productores nacionales (del sector público y del sector privado) padecen el desabasto de materias primas para la producción nacional de especialidades químicas (Diagrama 2, Pág. 71, y Gráfica 9, Pág. 92).

El mercado interno petroquímico está desaprovechado (Gráfica 5, Pág. 64), el déficit se completa con importaciones, sólo en las subramas agentes tensoactivos, explosivos, plastificantes y, propelentes y refrigerantes, se satisface la demanda interna con la producción nacional, mientras que el pequeño excedente es exportado.

¿Porque no se satisface la demanda interna por medio de la producción nacional? Desde el inicio de esta industria, allá por los años 50's, y hasta los 80's, el gobierno tuvo interés en sustituir las importaciones de químicos básicos por medio de la producción nacional, sin embargo el desarrollo de proyectos, la producción y la distribución de PEMEX jamás

alcanzó a satisfacer totalmente la demanda interna, debido al dinamismo en el crecimiento del mercado interno.

A partir de 1985 el gobierno desreguló los petroquímicos considerados básicos que PEMEX producía de forma exclusiva, y se eliminaron también los subsidios con que se distribuían, el espíritu en el cambio de estrategia fue promover la inversión privada en la producción nacional y sustituir las importaciones que para entonces ya eran masivas. Lamentablemente, no hubo la inversión esperada en petroquímica básica y al mismo tiempo se redujo drásticamente la inversión en proyectos de petroquímica de PEMEX.

Luego de la reestructuración de PEMEX en 1992, el resultado es que en 2007 los productores reportan dificultades en cuanto a falta de liquidez, falta de proyectos de PEMEX y desabasto de materias primas.

El flujo de los materiales de la industria petroquímica mexicana tiene dos cuellos de botella, el primero es la pequeña asignación de hidrocarburos y de efectivo que se destinan a petroquímica (Gráfica 9, Pág. 92, y Gráfica 6, Pág. 67) y el segundo es la limitada capacidad productiva de PEMEX que no abastece satisfactoriamente a la industria petroquímica privada (Tabla 12, Pág. 62). Es decir, se produce mucho petróleo, y se destina poco a petroquímica, se elaboran petroquímicos básicos con la planta productiva existente, la cual trabaja en muchos casos al 100% de su capacidad, y con ellos alimenta una parte de la demanda que insume la petroquímica abierta. El hecho es que la petroquímica abierta, el sector privado particularmente tiene capacidad instalada para el abasto nacional, pero PEMEX “no crece en

proyectos petroquímicos” y por lo tanto no abastece el mercado nacional. El resto de la demanda interna se completa con importaciones de materiales que a veces ni siquiera secundarios, sino terciarios o de usuario final.

El freno a la industria petroquímica nacional surge en 1992, cuando PEMEX dejó de ser el motor de la industria petroquímica nacional. Los proyectos de expansión y nuevas plantas no han obtenido la aprobación de presupuestos por aparentes no rentabilidades con los precios de transferencia exigidos por la Secretaría de Hacienda y Secretaría de Energía (recordemos el proyecto Fénix). En el mejor de los casos, la capacidad productiva de PEMEX en petroquímicos se ha mantenido en algunos sectores, mientras que en otros ha disminuido.

La política energética que el gobierno tiene desde 1995, da prioridad a la “sobreexplotación de crudo” en los yacimientos, destinando año tras año menor presupuesto a PEMEX petroquímica y PEMEX refinación (Gráfica 1, Pág. 31, y gráfica 6, Pág. 67). En 2007, la distribución del presupuesto para PEMEX-Petroquímica fue de 0.67%, mientras que para Exploración y Producción tiene el 87.45% (Gráfica 7, Pág. 68). Respecto a la distribución de crudo, más de la mitad se exporta, aproximadamente un 40% se destina a refinación para elaboración de combustibles, una parte se maquila en el extranjero y una parte muy pequeña se destina a petroquímica (Gráfica 9, Pág. 92).

La industria petroquímica de México se encuentra distribuida de la siguiente manera, en el litoral del Golfo se encuentran las instalaciones de

procesamiento de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica (Ilustración 13, pág.84), con los llamados Centros Procesadores de Gas, en ellos se realiza la obtención de gran parte de las gasolinas naturales y de la separación de etano. Además, aunque técnicamente no todos los petroquímicos básicos provienen del Gas Natural, PEMEX-Gas y Petroquímica Básica se encarga de la producción en PEMEX de estos, que son etano, propano, butanos, pentanos, hexanos, heptano, materia prima para negro de humo, naftas y metano, asociado a yacimientos de hidrocarburos.

Otra parte de la Industria Petroquímica está en PEMEX-Refinación (Ilustración 14, Pág. 85), que cuenta con el Sistema Nacional de Refinerías, las cuales se encuentran ubicadas a lo largo del país, aunque los productos principales de estas son los combustibles diversos y los aceites lubricantes, también en ellas se obtienen algunas cantidades de petroquímicos.

En lo referente a petroquímica “abierta” o no regulada, la participación del sector público es a través de PEMEX-Petroquímica (Ilustración 15, pág. 87), quien cuenta con instalaciones importantes en Coatzacoalcos, y otras de menor capacidad en las regiones de Poza Rica, Puebla, Tula, Camargo, sin embargo, varias de las instalaciones se encuentran subutilizadas o detenidas como es el caso de Camargo específicamente. Las instalaciones de PEMEX-Petroquímica se concentran en la región del altiplano central y en el golfo, su producción es diversa abarcando derivados del metano, etano, propano, y aromáticos. Camargo en Chihuahua, fue planeado para elaborar y satisfacer de fertilizantes a la región agrícola del norte de México, sin embargo,

actualmente el productor más importante de precursores de agroquímicos es el complejo de Cosoleacaque en Veracruz (Ilustración 13, Pág. 84). México es también un gran importador de fertilizantes.

También, dentro de la petroquímica “abierta” (o desregulada), el sector de la iniciativa privada (Ilustración 16, pág. 88), se encuentra distribuido a lo largo del centro del país, aunque en Altamira y Cd. Madero se ubica el bastión petroquímico de la iniciativa privada más importante de México, la región de Altamira es muy estratégica para la industria privada, ya que el abasto de materias primas se realiza tanto por PEMEX como de las importaciones desde Texas en Estados Unidos. Entre las empresas más representativas de este sector y que consumen petroquímicos básicos en México están Akra Polyester, Akzo Nobel Chemicals, BASF, Bayer, Bostik, Chemtura Corp., Clariant, Procter & Gamble, Degussa, Dow, Dupont, Eastman, Formoquimia, y Celanese.

México cuenta con capacidad técnica para el desarrollo de proyectos competitivos, así como para la integración eficiente entre los procesos. De acuerdo con el estudio de localización de una nueva refinería presentado por el IMIQ (Figura 6, pág. 73), entre mayor sea la integración de los procesos de refinación y petroquímicos, mejores serán los costos de producción, se aprovecha mejor las condiciones de las corrientes a la entrada y a la salida de las unidades de procesamiento e inclusive se puede alternar el destino de las corrientes en cuanto a elaborar un producto u otro dependiendo de los requerimientos económicos del mercado. En esta parte, es de suma

importancia el desarrollo tecnológico nacional así como la administración y aprovechamiento de la propiedad intelectual existente y generada. México ha sido también un fuerte importador de tecnología, lo que también ha limitado su desarrollo como país.

Como oportunidad, a través de la integración de procesos y la cercanía de plantas de producción, el aprovechamiento *in situ* las corrientes efluentes y la distribución en la diversificación de los productos, se puede obtener la flexibilidad de maniobra para hacer frente a los cambio en el mercado.

Geográficamente (Ilustración 17, pág. 90), México tiene una posición privilegiada que muchos países no tienen, acceso al mar tanto hacia el Golfo y el Océano Atlántico, como hacia el Océano Pacífico. Lo que le permite el acceso a las rutas comerciales más importantes del mundo para alcanzar mercados en Europa, Norte y Sudamérica, Asia, y Australia. Si bien en este momento es importante disminuir la importación masiva de petroquímicos y derivados, es también importante considerar las ventajas comparativas que México tiene como país, ya que la disponibilidad de materias primas de bajo costo en Asia puede sugerir que la producción nacional se concentre hacia mercados cuya disponibilidad de materias primas es baja y su demanda en el consumo alta.

La infraestructura de PEMEX, particularmente Gas y Petroquímica Básica, Refinación y Petroquímica (Ilustraciones 5 a 10, págs. 75 a 78), cuenta con espacios disponibles que pueden aprovecharse para el desarrollo de nuevas plantas, así como para la integración de procesos primarios con

secundarios y hasta terciarios, la ventaja principal de estos espacios de PEMEX es que son espacios ya concesionados, la mayoría de ellos ya preparados con servicios auxiliares y con cercanía de corrientes efluentes procesables. La instalación de nuevas plantas dentro de PEMEX que elaboren productos deficitarios que la petroquímica mexicana necesita, permitirían a PEMEX obtener ingresos adicionales al presupuesto federal que podría emplear para el desarrollo de nuevas plantas de petroquímicos básicos, y disminuir el cuello de botella antes descrito. Los espacios avistados son:

En el Centro Procesador de Gas en Poza Rica (Ilustración 5, pág. 75), espacios en área verde y otros desocupados con piso preparado y servicios auxiliares, podría aprovecharse para la producción de etileno y derivados.

La Refinería de Salamanca (Ilustración 6, pág. 76), espacios desocupados que antes alojaron plantas hoy desmanteladas, cuenta con servicios y piso preparado, inclusive se aprecia algún espacio con los fondos de lo que alguna vez fueron tanques de almacenamiento.

Unidad Petroquímica Escolín (Ilustración 7, pág. 76), espacios ya concesionados en área verde aprovechable para la instalación de plantas nuevas.

El complejo petroquímico de la Cangrejera (Ilustración 8, pág. 77), también cuenta con espacios en áreas verdes.

Las Unidades Petroquímicas Morelos, y Pajaritos (Ilustraciones 9 y 10, págs. 77 y 78), cuentan con espacios en área verde, terreno con piso subutilizados y otros desocupados.

La visión de las propuestas presentadas es la de cadena integrada como un todo, en el que se acuerda un objetivo común a toda la industria y cada sector trabaja con un fin particular en armonía con el acuerdo global, (Diagrama 1, pág. 71), sugiriendo dos cosas:

- a) La inversión de recursos al desarrollo de proyectos y la construcción de plantas nuevas que abastezcan de petroquímicos básicos e intermedios al mercado interno, y
- b) Obtener los recursos para el inciso “a”, por medio del arrendamiento de espacios y servicios por parte de PEMEX a la Iniciativa Privada con la elaboración de productos no regulados, o bien, además del arrendamiento invertir conjuntamente ambos sectores obteniendo ingresos por medio de rentabilidades iguales y modelos de costos apropiados para tal fin.

El resultado sería “condominios petroquímicos” que aprovechan sinérgicamente las corrientes efluentes de PEMEX y sus espacios acondicionados, disminuyendo el desabasto y obteniendo ingresos adicionales para proyectos de expansión de capacidad en elaboración de productos básicos.

Para obtener los ingresos que permitan a PEMEX desarrollar la planta, se propone el aprovechamiento conjunto con la inversión privada para el crudo despuntado efluente de la Cangrejera (Esquemas 1 a 3, págs. 94 a 96), del cual a través de un proceso de craqueo catalítico profundo (DCC) se puede obtener etileno, isobutileno, nafta, otros butilenos, propileno y aromáticos. De estos materiales, sólo la nafta sería petroquímico básico, del cual podría encargarse PEMEX como sector público; el propileno, benceno y tolueno obtenidos del DCC, pueden emplearse para elaborar Metil-diisocianato y Toluen-diisocianato, además de poliéteres y polipropileno. Estos productos de alto valor sirven para elaborar poliuretanos, útiles en las industrias de la construcción, automotriz, del vestido, del calzado, del transporte, mueblera, electrónica, llantera, adhesivos, entre otras. Las plantas petroquímicas para elaborar MDI, TDI, poliéteres y polipropileno podrían instalarse dentro del Complejo Petroquímico de la cangrejera.

La segunda propuesta (Esquemas 4 y 5, págs. 97 y 98), con el plan de inversión descrito, se puede aprovechar el etano producido por Gas y Petroquímica básica para su conversión a etileno a través de cracking térmico. Del etileno, como parte de la cadena petroquímica más importante a nivel mundial, puede producirse con plantas *in situ*, MVC, etanolaminas y polioles, así como monoetilenglicol y dietilenglicol, entre otros. Los productos plásticos que se pueden obtener son básicamente poliestireno, policloruro de vinilo, polietilenos y plásticos de especialidad, mientras que con las resinas melamina-formaldehído se pueden fabricar materiales de construcción, y

materias primas para muebles. De los ésteres se obtienen aditivos para alimentos, insumos para la industria farmacéutica, fragancias, y también refrigerantes para motor y anticongelantes.

La tercera propuesta (Esquemas 6 y 7, pág. 100), aprovecha las gasolinas naturales provenientes principalmente del gas natural. Históricamente, las gasolinas naturales han sido muy utilizadas en el mejoramiento de combustibles, sin embargo tienen aplicaciones comerciales de mayor valor. Las gasolinas naturales son ricas en isobutanos, isopentanos, isobutileno y butanos. Estos materiales son precursores de químicos importantes del MTBE (metil-terbutiléter), ETBE (etil-terbutiléter) que son oxigenantes para gasolinas, BHT (Butilhidroxitolueno) y BHA (Hidroxibutilanisol) como antioxidantes para industria alimentaria, butadieno para la industria del caucho y ácido maléico entre otros.

Por otra parte, los componentes más pesados de las gasolinas naturales, C5's, pueden procesarse térmicamente en crackers y obtener hidrógeno útil en refinerías, metano, etileno y propileno. Las industrias beneficiadas con el aprovechamiento de gasolinas naturales serían la de ingeniería industrial, combustibles, la industria farmacéutica, las resinas sintéticas, la industria automotriz y mueblera, entre otras.

8. CONCLUSIONES

- La industria petroquímica es motor en la economía de muchos países porque de ella se elaboran materias primas de alto valor, utilizadas en industrias relacionadas como son la farmacéutica, textil, construcción, alimentos, agrícola, plásticos de ingeniería entre otras. Nuestro país, como gran productor de crudo y gas, y desde el inicio de su industria petroquímica en 1947, ha sido testigo de las ventajas económicas que aporta el impulso de esta industria y la sustitución de las importaciones, sin embargo, a pesar del reconocido potencial que la petroquímica tiene a nivel mundial, el gobierno mexicano eliminó con la reforma de 1992, el enfoque estratégico que en cuestión estatal había dado a esta industria.
- Entre 1970 y 1985 la petroquímica privada mexicana creció subvencionada en medio de una política nacionalista cuyo objetivo fue promover la inversión en este sector. La oferta de productos petroquímicos subsidiados y el costo de transporte a cargo de PEMEX, ocasionó el desarrollo distorsionado de la petroquímica privada en relación a su localización y al balance de costos. Debido a los problemas que la subvención pública representó en costos para PEMEX, se eliminaron a partir de 1985 los subsidios y la distribución que PEMEX ofrecía, además se desreguló gran parte de la petroquímica pública con el objetivo de promover mayor inversión del sector privado. El cambio del panorama petroquímico enfrentó al sector privado a las desventajas geográficas y de

costos omitidas durante su desarrollo. El cambio repentino en la política de un nacionalismo estricto a una apertura instantánea del sector, congeló la posibilidad de una reorganización geográfica en torno a las plantas productivas de PEMEX en el corto plazo.

- Las características principales de la industria petroquímica internacional, tabla 16.

Propiedades de la industria petroquímica internacional	
Ambientales	
✓	Incremento en el uso de energías alternativas.
✓	Responsabilidad ambiental principalmente por el manejo masivo de compuestos de carbono.
Geográficas	
✓	Posicionamiento de plantas en regiones con derivados de bajo costo y alto potencial de crecimiento, ejemplo Medio Oriente y China.
✓	La regionalización de la producción de especialidades químicas por medio del ejercicio en el uso de propiedad intelectual y soberanía, caso de China, India y Rusia.
Tecnológicas	
✓	Desarrollo constante de alternativas tecnológicas en la carrera por la gestión de propiedad intelectual.
✓	Tendencia al desarrollo de procesos flexibles, cuya alta integración de unidades permite optimizar la producción frente a los cambios de mercado.
Económicas	
✓	Los productos petroquímicos, especialmente los básicos, tienen característica de commodities. El precio de estos productos varía en función del precio de hidrocarburos y energía, del porcentaje de utilización de la capacidad instalada mundial, y de interferencias como eventos financieros y/o geopolíticos.
✓	La utilidad promedio de la producción se vuelve marginal conforme aumenta el porcentaje de utilización de la capacidad instalada mundial, mientras que se vuelve más rentable con el arranque de nuevas plantas con menores costos de producción.

Tabla 1. Propiedades de la industria petroquímica internacional.

- Desde el comienzo de la petroquímica mexicana, en México se ha desarrollado una amplia infraestructura humana capaz de desarrollar y seleccionar las mejores tecnologías, efectuar la ingeniería necesaria para desarrollar proyectos, suministrar la mayoría de los bienes de capital,

construir las instalaciones, poner en marcha, operar y mantener adecuadamente las plantas productivas; así como una amplia estructura de centros de educación superior que puede coadyuvar en programas de desarrollo petroquímico, participando en la formación de nuevas generaciones de técnicos mexicanos calificados, así como en la creación y aprovechamiento de la propiedad intelectual mexicana.

- El freno a la industria petroquímica mexicana ha sido, por un lado, la visión de PEMEX como un organismo fragmentado en sub-organismos con objetivos independientes en lugar de interdependientes, y por otro, el corto alcance en la visión de la política energética nacional. Esto ha limitando enormemente la capacidad productiva, la cantidad y la variedad de productos con los que PEMEX satisface el mercado interno de la petroquímica privada, quién por cierto, cuenta con capacidad instalada suficiente para satisfacer la demanda interna de especialidades químicas.
- Los grandes incrementos de capacidad en Medio Oriente y Asia, son clara señal del muy competido panorama petroquímico internacional de los siguientes años. Es imprescindible para nuestro país reactivar el papel estratégico de la industria petroquímica. Una de las formas más viables es la obtención de ingresos para PEMEX (adicionales al presupuesto federal) a partir del desarrollo y explotación de proyectos conjuntos *PEMEX-Iniciativa Privada*, en los que se aproveche la infraestructura subutilizada del sector público como activo en la participación con la inversión del

sector privado, o como activo en la prestación de servicios auxiliares a plantas financiadas por empresas particulares.

- Con los ingresos adicionales, PEMEX financiará proyectos de nuevas plantas de producción (principalmente químicos básicos) y la modernización de las instalaciones existentes, obteniendo con ello menores costos de producción unitarios, más capacidad de producción, mejores ingresos y más oportunidades de desarrollo. Por su parte, la industria petroquímica mexicana empezará a contar con mejores garantías en el abasto de materias primas, perpetuando con ello las oportunidades para la inversión en el sector privado. La industria petroquímica mexicana empezaría a reactivarse.
- Los espacios subutilizados de PEMEX son importantes en disponibilidad, ya están concesionados para el tipo de uso, y la mayoría de ellos tiene infraestructura como piso preparado terminado, servicios auxiliares y disponibilidad de materias primas *in situ*. Los espacios están distribuidos en Centros Procesadores de Gas, Refinerías y en Unidades Petroquímicas.
- La perspectiva de crudo y gas natural para México sugiere que en los próximos años nuestro país seguirá siendo un gran productor de hidrocarburos, lo que representa gran potencial en el desarrollo de proyectos nuevos, así como la elaboración de petrolíferos, petroquímicos y químicos precursores en el país. En el caso derivados del etileno, es

interesante mencionar que el Gas Natural de México tiene un alto contenido de etano, 14%.

- Impulsar la industria petroquímica mexicana significa:
 - Ofrecer mejores garantías a inversionistas en México con el desarrollo de proyectos de nueva capacidad y modernización de instalaciones de PEMEX, y
 - Expandir el abasto nacional del mercado interno, por medio de la integración de las cadenas productivas. Recuperar mercado nacional por al menos 8,000 millones de dólares anuales, que es la cantidad en valor de petroquímicos importados.
- Es importante atender el desarrollo de plantas de nueva capacidad y la integración de procesos que permita flexibilizar la distribución de productos y adaptarse mejor a los cambios de mercado de especialidades químicas. Esto ofrece la ventaja de aumentar la presencia de productos derivados en las principales rutas comerciales a las que México tiene gran acceso (Asia, Australia, Europa Occidental, y Norte y Sud-América)
- Las propuestas presentadas para iniciar el impulso de la industria petroquímica mexicana, promueven la elaboración de etileno, propileno, aromáticos e isobutilenos a partir de crudo despuntado o residuos pesados; la elaboración de etileno y derivados a partir del etano separado del Gas Natural; y la obtención de isobutileno, butadienos, etileno y

propileno a partir del procesamiento de las gasolinas naturales. Los principales consumidores de estos productos petroquímicos serán los fabricantes de poliuretanos, polímeros (cauchos, plásticos, mezclas), precursores farmacéuticos, aditivos para alimentos, adhesivos, carburantes y propelentes. Las industrias relacionadas que contarán con mejor abasto nacional de especialidades y aplicaciones químicas serán la industria de la construcción, automotriz, del vestido, del calzado, del transporte, mueblera, electrónica, adhesivos, farmacéutica, alimentaria, empaque e ingeniería industrial (refrigerantes y propelentes).

- En el ámbito internacional, las oportunidades de México en la producción de petroquímicos competitivos son, a partir del aprovechamiento del gas natural (tabla 17) y a partir del crudo mexicano (tabla 18).

Con disponibilidad de Gas Natural		
Productos	Mercado	Productores importantes
Metanol	Asia, Europa y Norteamérica.	Sudamérica, Medio Oriente, ExUnión Soviética.
Amoniaco	Asia, Europa y Norteamérica.	Asia, Norteamérica, Europa (ninguno satisface su demanda interna).
Etileno	Europa y Asia.	Estados Unidos, Norte de Asia y Europa (solo EU satisface su demanda interna).

Tabla 2. Oportunidades de mercado internacional para México.

Con disponibilidad de crudo		
Productos	Mercado	Productores importantes
Propileno	Asia, Europa y Norteamérica.	Asia, Europa y Norteamérica (ninguno satisface su demanda interna).
Aromáticos (estireno)	ExUnión Soviética, Sudamérica.	Norteamérica, Medio Oriente y el Sureste Asiático (Tailandia, Filipinas, Vietnam).

Tabla 3. Oportunidades de mercado internacional para México (cont.).

El presente trabajo que ofrece un análisis que contempla diversos aspectos de la industria petroquímica mexicana, y propuestas a partir de las cuales pueden surgir otras del mismo tipo, o más específicas y más detalladas en los distintos aspectos como son, lo técnico, lo económico, lo político y lo social.

9. REFERENCIAS

Capítulo 1.

- Metodología de la investigación.

<http://www.angelfire.com/emo/tomaustin/Met/metinacap.htm>

- Diagrama de causa y efecto de Kaoru Ishikawa.

http://www.12manage.com/methods_ishikawa_cause_effect_diagram_es.html

Capítulo 2.

- Propuesta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para Potenciar el Desarrollo de la Industria Petroquímica en México. Alejandro Villalobos Hiriart 2006. Ciencia, Tecnología, Educación, Volumen 21, Número, 2, 2006, Págs. 62, 64-67.
- Memoria de labores de Petróleos Mexicanos 1969, página 353.
- Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos años 2000 a 2008.
- Balance Nacional de Energía 2007, Secretaría de Energía, Páginas 59 y 100.
- Diario Oficial de la Federación de las siguientes fechas:
 - 12 de febrero de 1947, págs. 1-2
 - 2 de diciembre de 1948, pág. 3
 - 29 de noviembre de 1948, págs. 1-2
 - 31 de diciembre de 1958, pág. 2
 - 20 de enero de 1960, págs. 1-2
 - 29 de diciembre de 1960, pág. 3

-
- 7 de enero de 1961, pág. 3
 - 6 de febrero de 1971, págs. 3-4
 - 6 de febrero de 1975, págs. 2-3
 - 6 de febrero de 1976, págs. 2-3
 - 30 de diciembre de 1977, pág. 45
 - 3 de febrero de 1983, págs. 4-6
 - 10 de agosto de 1987, pág. 10
 - 27 de junio de 1990, pág. 2
 - 6 de enero de 1992, págs. 2-4
 - 28 de enero de 1992, págs. 3-4
 - 16 de julio de 1992, págs. 29-35
 - 20 de agosto de 1993, págs. 2-3.
 - 22 de diciembre de 1993, primera sección, pág. 43
 - 2 de marzo de 1995, primera sección, pág. 3
 - 11 de mayo de 1995, primera sección, págs. 12-14
 - 13 de noviembre de 1996, págs. 4-5
 - 15 de enero de 2002, primera sección, pág. 16
 - 12 de enero de 2006, primera sección, pág. 16
 - 26 de junio de 2006, págs. 76-78
 - 28 de noviembre de 2008, págs. 58-119

Capítulo 3.

- Anuario estadístico de la industria petroquímica 2007, Secretaría de Energía, págs. 13-82.
- The world factbook, editado por la Agencia Central de Investigación (CIA por sus siglas en inglés) en Estados Unidos, ediciones 2005 a 2008.

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>

- Memorias de Labores de Petróleos Mexicanos de 1965 a 1991.
- Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos de 1990 a 2008.
- Engineering and Science, Production of Natural Gasoline, Robert B. Bowman, Junio de 1945, Páginas 1 a 10.
- ¿Qué es el proyecto Fénix?

http://www.quiminet.com.mx/ar6/ar_%25BE%2588%25A4%25C3%25E9t%251A%2527.htm

Capítulo 4.

- Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica Mexicana 2007.
- Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos 2008.
- Informe de Resultados de la Industria Petroquímica 2007.
- Los nombre de las instalaciones de PEMEX se obtuvieron de www.pemex.com
- Las fotografías aéreas se obtuvieron de Google Earth 4.3.

-
- www.imp.mx
 - HANDBOOK OF PETROCHEMICAL PRODUCTIONS PROCESSES, Robert A. Meyers, Ph. D.
 - IMIQ, Estudio de Localización de una Nueva Refinería, Ing. Alejandro Villalobos Hiriart.
 - Periódico “El Financiero”, suscripción de 2006 a la fecha.
 - www.diputados.gob.mx

Capítulo 5.

- Google Earth 4.3.
- Directorio de la Industria Química Mexicana, Asociación Nacional de la Industria Química A.C., 2008. Empresas Productoras.
- www.pemex.com
- Una propuesta para impulsar el desarrollo de la industria petroquímica nacional, Ing. Alejandro Villalobos Hiriart, Facultad de Química, UNAM, Comité Técnico de Petroquímica, Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Academia de Ingeniería.

Capítulo 6.

- Una propuesta para impulsar el desarrollo de la industria petroquímica nacional, Ing. Alejandro Villalobos Hiriart, Facultad de Química, UNAM, Comité Técnico de Petroquímica, Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Academia de Ingeniería.

-
- El Gavilán sustituye a El Fénix; en Veracruz Pemex invertirá 400 mdd, La crónica de hoy, sección Negocios, 12 de julio de 2005.
<http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=191353>
 - HANDBOOK OF PETROCHEMICAL PRODUCTIONS PROCESSES, Robert A. Meyers, Ph. D. Estados Unidos, 2005, Página 6.58

10. ANEXOS

10.1. Método de Causa y Efecto de Kaoru Ishikawa

El método consiste en:

1. Establecer el propósito o efecto que se analizará.
2. Dibujar una caja que contenga el problema o el efecto en el lado derecho de la hoja o pizarra, y del lado izquierdo del diagrama una espina dorsal horizontal.
3. Conducir una sesión de tormenta de ideas como un primer bosquejo para las ramas principales.
4. Identificar las causas principales que contribuyen al efecto estudiado.
5. Estas causas principales se convierten en las etiquetas principales de cada espina del esqueleto del pescado.
6. Para cada rama secundaria importante, identifique otros factores específicos que puedan ser las causas específicas del efecto. Pregunte ¿Por qué está sucediendo esta causa?
7. Identifique niveles más detallados de causas y continúe organizándolas bajo causas o categorías relacionadas.
8. Analice el diagrama.
9. Actúe sobre el diagrama, quite las causas del problema. Aunque en este caso quitar subcategorías será para limitar el alcance del trabajo.

10.2. Memoria de cálculo del esquema de producción en 2007.

Conversión de unidades diarias a unidades anuales:

$$1mbd = 1 \frac{\text{mil} * \text{barriles}}{\text{día}} = 365.25mba = 365.25 \frac{\text{mil} * \text{barriles}}{\text{año}}$$

$$1MMpcd = 1 \frac{\text{millones} * \text{ft}^3}{\text{día}} = 365.25MMpca = 365.25 \frac{\text{millones} * \text{ft}^3}{\text{año}}$$

Equivalencias energéticas y conversión a barriles de petróleo crudo equivalente:

	2007
Contenido energético promedio del Gas Natural Asociado y No asociado.	1,064.31 $\frac{BTU}{ft^3}$
Contenido energético promedio del Crudo Mexicano	5,838,633 $\frac{BTU}{bl}$
Equivalencia energética.	$5,486 \frac{ft^3}{bpce} = 5,838,633 \frac{BTU}{bl} \times \frac{1}{1,064} \frac{ft^3}{BTU}$

Homologación de unidades de masa a toneladas y dinero a dólares:

$$1 Mt = 1000 ton$$

Paridad del peso mexicano frente al dólar al 31 de diciembre de 2007 fue:

$$1 US\$ = 10.8662 MXN\$$$

Ejemplo:

- 1) Conversión de la producción de Gas Natural en 2007 a bpce,

$$6,058MMpcd = 6,058MMpcd * \frac{365.25MMpca}{1MMpcd} * \frac{1000000}{1MM} = 2.2127 \times 10^{12} \frac{ft^3}{año}$$

$$6,058MMpcd = 2.2127 \times 10^{12} \frac{ft^3}{año} * \frac{1}{5486} \frac{bpce}{ft^3} = 403,300,000 \frac{bpce}{año}$$

- 2) Base de cálculo para la distribución de productos de PEMEX en petroquímicos es la suma del crudo y gas natural destinados claramente a la producción de petroquímicos. Esto es los barriles de petróleo crudo,

que en bpce son la misma cantidad y la suma del gas natural destinado a “otros usos” (Balance Nacional de Energía) en bpce. Que de acuerdo a los datos reportados en el Anuario estadístico de PEMEX 2008, la cantidad es:

Petróleo destinado a petroquímica	46,021,500 bpce
Etano aprovechado en petroquímica	11,687,671,280 bpce
+ Gas enviado aparentemente a petroquímica	5,789,179,999
	bpce

Total = 17,522,872,779 bpce

3) Del total de barriles (bpce) procesados para petroquímica, y de las cantidades (toneladas) de productos producidos de cada petroquímico reportado por Pemex, se obtiene una relación representativa del esquema actual de producción de petroquímicos por barril procesado.

De amoníaco en 2007 se produjeron 1,859,000 toneladas, lo que significa que de cada barril de petróleo crudo equivalente procesado se obtuvo en 2007, 0.000043 toneladas de amoníaco ó mejor dicho, 0.043 Kg de amoníaco.

10.3. Relación de Capacidad Instalada (CI) y Producción con Consumo Nacional Aparente (CNA).

De la tabla 8, Competitividad en el mercado doméstico de la industria petroquímica 2005-2007, del Anuario Estadístico de la Industria Petroquímica 2007 (SENER), se toma como referencia la relación entre Producción

Nacional y Consumo aparente, representado en valor como el cociente de estas mismas cantidades:

$$\textit{Competitividad} = \frac{\textit{Pr oducción _ Nacional}}{\textit{Consumo _ Nacional _ Aparente}}$$

De la tabla 5, Evolución de la producción en la industria petroquímica 2005-2007, del mismo anuario, se obtienen las cantidades en toneladas anuales y con este dato puede obtenerse el Consumo Nacional Aparente (CNA):

$$\textit{Consumo _ Nacional _ Aparente} = \frac{\textit{Pr oducción _ Nacional}}{\textit{Competitividad}}$$

Se tiene ya, la cantidad en toneladas anuales del Consumo Nacional Aparente, la producción, y de la tabla 1, Capacidad instalada en la industria petroquímica 2005-2007, se tiene también la capacidad instalada.

Obtención de las relaciones representadas en la tabla “Relación de Capacidad Instalada con Producción y con Consumo Nacional Aparente, ejemplo para Adhesivos 2007:

Competitividad, el valor que necesario no es el porcentaje, sino el cociente natural de las cantidades, entonces competitividad = 0.48.

De la tabla 5 y con la competitividad, obtengo tanto la producción de adhesivos en 2007, como el consumo nacional aparente:

$$\text{Consumo}_\text{ Nacional}_\text{ Aparente} = \frac{64,280}{0.48} = 133,917\text{ton}$$

La capacidad instalada reportada en la tabla 1 del anuario, para la producción de adhesivos en 2007 fue de 120,311 ton.

Se concentra los datos y se obtienen las relaciones que permiten observar un panorama más preciso sobre la capacidad y producción nacionales. En este caso se consume 1, se tiene capacidad para producir 0.9 y se produce realmente 0.48, el resto se importa.

	CNA	CI	Producción
Cifras para 2007 (ton)	133,917	120,311	64,280
Cantidades divididas entre el valor de CNA para adhesivos en 2007	$\frac{133,917\text{ton}}{133,917\text{ton}} = 1$	$\frac{120,311\text{ton}}{133,917\text{ton}} = 0.90$	$\frac{64,280\text{ton}}{133,917\text{ton}} = 0.48$

10.4. Tecnologías recientes.

Insumos (Reactivos)	Productos (y subproductos)	Proceso	Cadena productiva de la que proviene	Compañía
Metanol, Monóxido de Carbono	Ácido Acético 99.9% Wt	Chiyoda ACETICA® Process	Metano	Chiyoda Corporation
Benceno, Ácido Nítrico, Hidrógeno	Anilina 99.95% Wt	DuPont/KBR Aniline Process	Aromáticos	Kellogg Brown & Root, Inc. (KBR)
Corriente de C ₄ 's, 1,3-Butadiene (35-55% Wt), Butanos (> 14% Wt), Butenos (40-51% Wt) Acetilenos (> 2% Wt)	1,3-Butadiene 99.7% Wt, <i>butanos, butenos, acetilenos</i>	BASF Butadiene Extraction Technology	Refinación	ABB Lummus Global
Benceno 99.9% Wt, Propileno 95-99.9 % mol	Cumeno 99.95% Wt	CDCumene Process	Aromáticos, Propano	ABB Lummus Global
Benceno, Propileno	Cumeno 99.97% Wt	UOP Q-MAX™ Process	Aromáticos	UOP LLC
Benceno, Etileno	Etilbenceno 99.9% Wt	LUMMUS/UOP Liquid-Phase EBONE Process and CDTECH EB® Process	Aromáticos, Etano	ABB Lummus Global
Benceno, Etileno	Etilbenceno 99.95% Wt	POLIMERI EUROPA ETHYLBENZENE PROCESS	Aromáticos, Etano	C. Buonerba
Benceno, Etileno	Etilbenceno 99.9% Wt	EXXONMOBIL/BADGER ETHYLBENZENE TECHNOLOGY	Aromáticos, Etano	Badger Licensing LLC
Combustóleo (Fuel Oil)	Etileno, Hidrógeno, Metano, Etano, Propanos, Propileno, Gasolinas y Butanos	ABB LUMMUS GLOBAL SRT® CRACKING TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF ETHYLENE	Etano	ABB Lummus Global
Naftas o etano	Etileno	Stone & Webster Ethylene Technology	Refinación, Gas Natural	Stone & Webster, Inc.
Naftas, Butano, Propano, Etano	Etileno	KBR SCORE™ ETHYLENE TECHNOLOGY	Refinación	Kellogg Brown & Root, Inc. (KBR)

Gas de síntesis	Metanol	Lurgi Megamethanol® Technology	Metano	Lurgi Oel Gas Chemie GmbH
Gas de síntesis, Olefinas, Hidrógeno,	Isoheptanol, Iso-octanol, nonanol, isononanol, isodecanol, tridecanol, C ₉ -C ₁₁ alcoholes, C ₁₃ -C ₁₅ alcoholes	JOHNSON MATTHEY OXO ALCOHOLS PROCESS™	Refinación	Jonhson Matthey Catalysts
Benceno, Propileno	Cumeno 99.94% Wt	POLIMERI EUROPA CUMENE PROCESS	Aromáticos, Propileno	Polimeri Europa
Cumeno, aire	Fenol 99.96% Wt, Acetona 99.8% Wt	POLIMERI EUROPA PHENOL PROCESS	Aromáticos	Polimeri Europa
Cumeno, Oxígeno	Fenol (purezas típicas para mercados de bisfenol A y policarbonatos)	SUNOCO/UOP PHENOL PROCESS	Aromáticos	UOP LLC
Benceno, Propileno, Oxígeno	Fenol 99.99% Wt, Acetona 99.75% Wt	KBR PHENOL PROCESS	Aromáticos	Kellogg Brown & Root, Inc. (KBR)
Fenol 99.9% Wt Acetona 99.7% Wt	Bisfenol A 99.92%	QBIS™ PROCESS FOR HIGH-PURITY BISPHENOL A	Aromáticos	Dow Chemical Company
Metanol	Propileno, olefinas, parafinas, aromáticos	LURGI MTP® TECHNOLOGY	Metano	Lurgi AG
Metanol, Aire	Etileno, Propileno, propano y etano	UOP/Hydro MTO Process	Metano	UOP LLC
Propano	Propileno 99.5% Wt, Hidrógeno y C ₄ +	UOP OLEFLEX™ PROCESS	Refinería, Metano	UOP LLC
C ₄ 's, Etileno	Propileno	ABB LUMMUS GLOBAL PROPYLENE PRODUCTION VIA OLEFINS CONVERSION TECHNOLOGY	Refinación, Gas Natural, Propano	ABB Lummus Global
Propano	Propileno 99.5% Wt	PROPYLENE VIA CATOFIN® PROPANE DEHYDROGENATION TECHNOLOGY	Propano	ABB Lummus Global
Etilbenceno 99.8-99.95% Wt	Estireno 99.9% Wt	LUMMUS/UOP SMART SM STYRENE TECHNOLOGY	Aromáticos	ABB Lummus Global

Etilbenceno	Estireno 99.8-99.95% Wt	Stone & Webster (Badger) Styrene Technology	Aromáticos	Badger Licensing LLC
Etilbenceno	Estireno	POLIMERI EUROPA STYRENE PROCESS TECHNOLOGY	Aromáticos, etano	C. Buonerba Research Centre
Paraxileno, Ácido Acético	Ácido Tereftálico grado polímero	E PTA: The Lurgi/Eastman/SK Process	Aromáticos, Metano	Lurgi Oel Gas Chemie GmbH
Tolueno	P-Xileno	EXXONMOBIL PXMAX SM P-XYLENE FROM TOLUENE	Aromáticos	ExxonMobil Chemical Company
C ₈ 's (aromáticos)	P-Xileno	EXXONMOBIL XYMAX SM XYLENE ISOMERIZATION	Refinación	ExxonMobil Chemical Company
Naftas	P-Xileno 99.9% Wt	UOP PAREX TM PROCESS FOR P-XYLENE PRODUCTION	Refinación	UOP LLC
Etileno, 1-Buteno, Hidrógeno	Polietileno lineal de baja densidad	BASELL SPHERILENE TECHNOLOGY FOR LLDPE AND HDPE PRODUCTION	Etano	Basell Polyolefine GmbH
Etileno, 1-Buteno, Hidrógeno	Polietilenos: Lineal de Baja densidad y/o de Alta densidad	BORNSTAR LLDPE AND HDPE TECHNOLOGY	Etano	Borealis Polymers O/Y
Etileno, 1-Buteno, Hidrógeno	Polietileno Lineal de Baja Densidad	CHEVRON PHILLIPS SLURRY-LOOP-REACTOR PROCESS OR POLYMERIZING LINEAR POLYETHYLENE	Etano	Chevron Phillips Chemical Company LP
Etileno	Polietileno Lineal de Baja Densidad	EXXONMOBIL HIGH-PRESSURE PROCESS TECHNOLOGY FOR LPDE	Etano	ExxonMobil Chemical Company
Etileno	Polietileno Lineal de Baja Densidad	POLIMERI EUROPA POLYETHYLENE HIGH-PRESSURE TECHNOLOGIES	Etano	Polimeri Europa
Etileno	Polietileno de Alta Densidad	BASELL HOSTALEN TECHNOLOGY FOR BIMODAL HPDE PRODUCTION	Etano	Basell Polyolefine GmbH
Etileno	Polietileno de Alta Densidad	BASELL LUPOTECH G TECHNOLOGY FOR HDPE AND MDPE PRODUCTION	Etano	Basell Polyolefine GmbH

Etileno	Polietileno de Baja Densidad	BASELL LUPOTECH T TECHNOLOGY FOR LDPE AND EVA-COPOLYMER PRODUCTION	Etano	Basell Polyolefine GmbH
Etileno	Polietilenos varios	UNIPOL™ PE GAS-PHASE PROCESS	Etano	Univation Technologies LLC
Etileno	Polietileno de Alta Densidad o Polietileno Lineal de Baja Densidad	NOVA CHEMICALS SCLAIRTECH™ LLDPE/HDPE SWING TECHNOLOGY	Etano	NOVA Chemicals Corporation
Ácido Tereftálico, Etilenglicol	Resina PET (Polietilen Tereftalato)	UOP SOLID-STATE POLYMERIZATION PROCESS FOR THE PRODUCTION OF PET RESIN AND TECHNICAL FIBERS	Aromáticos	UOP LLC
Propileno, Etileno, Hidrógeno	Polipropileno	BASELL SPHERIPOL TECHNOLOGY FOR PP PRODUCTION	Propano, Etano	Basell Polyolefine GmbH
Propileno, Etileno, Hidrógeno	Polipropileno	BASELL SPHERIZONE TECHNOLOGY FOR PP PRODUCTION	Refinación, Gas Natural	Basell Polyolefine GmbH
Propileno, Etileno, Hidrógeno	Polipropileno	BORNSTAR POLYPROPYLENE TECHNOLOGY	Refinación, Gas Natural	Borealis Polymers O/Y
Propileno 99.5% Wt	Polipropileno	UNIPOL™ POLYPROPYLENE PROCESS TECHNOLOGY	Propileno	Dow Chemical Company
Propileno, Etileno, Hidrógeno	Polipropileno	CHISSO GAS-PHASE POLYPROPYLENE PROCESS	Etano	Chisso Corporation
Estireno 99.8% Wt	Poliestireno	BP/LUMMUS TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF EXPANDABLE POLYSTYRENE	Aromáticos	ABB Lummus Global
Estireno 99.8% Wt, Hule (para el de alto impacto)	Poliestireno	BP/LUMMUS TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF GENERAL-PURPOSE AND HIGH-IMPACT POLYSTYRENES	Aromáticos	ABB Lummus Global

Estireno	Poliestireno	POLIMERI EUROPE GENERAL-PURPOSE POLYSTYRENE PROCESS TECHNOLOGY	Aromáticos	C. Buonerba Research Centre
Estireno	Poliestireno	POLIMERI EUROPA EXPANDABLE POLYSTYRENE PROCESS TECHNOLOGY	Aromáticos	C. Buonerba Research Centre
Estireno	Poliestireno	POLIMERI EUROPA HIGH- IMPACT POLYSTYRENE PROCESS TECHNOLOGY	Aromáticos	C. Buonerba Research Centre
Etileno, Oxígeno, Hidrógeno, Cloro	Cloruro de Vinilo 99.99% Wt	VINNOLIT VINYL CHLORIDE AND SUSPENSION POLYVINYL CHLORIDE TECHNOLOGIES	Etano	Vinnolit GmbH & Co. KG
Cloruro de Vinilo	Cloruro de Polivinilo (Suspensión)	CHISSO POLYVINYL CHLORIDE SUSPENSION PROCESS TECHNOLOGY AND VINYL CHLORIDE MONOMER REMOVAL TECHNOLOGY	Etano	Chisso Corporation