



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA DEFICIENCIA DE
PRODUCTOS PETROQUÍMICOS Y SU IMPACTO EN LA
INDUSTRIA MEXICANA”**

CURRICULAR

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL

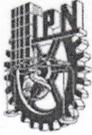
P R E S E N T A
CARLOS ALBERTO TAJONAR LINO

ASESOR:
M. en A. MARTHA RUTH RUIZ AYERDI



CIUDAD DE MÉXICO

MARZO 2019



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Escuela Superior de
Ingeniería Química e
Industrias
Extractivas

Departamento de
Evaluación y
Seguimiento
Académico

Asunto
Autorización de tema

Folio
T-DEySA-006-19

Lugar
Ciudad de México

Fecha
14 de enero de 2019.

CRG/mlcp.

Pasante
CARLOS ALBERTO TAJONAR LINO

Boleta
2014401501

Programa Académico
I.Q.I.

Mediante el presente se hace de su conocimiento que la Subdirección Académica a través de este Departamento autoriza a la **M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi** sea asesora en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Curricular**, con el título y contenido siguiente:

"Estudio y análisis de la deficiencia de productos petroquímicos y su impacto en la industria mexicana"

- Resumen
Introducción
I: Generalidades.
II: Industria petroquímica nacional y su desempeño económico-tecnológico.
III: Producción de etileno y su situación en el mercado mexicano.
IV: Consecuencias en la industria mexicana por el desabasto de etileno y propuestas para reducir el problema.
Conclusiones
Referencias

M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi
Directora

Ing. César B. Arriaga Guerrero
Jefe del Departamento de Evaluación
y Seguimiento Académico.

M. en C. Isaura García Maldonado
Subdirectora Académica

c.c.p.- Depto. de Evaluación y Seguimiento Académico.
c.c.p.- Depto. de Gestión Escolar

SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Edificio 7, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Col. Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.
07738, Ciudad de México, Conmutador 01 (55) 57296000 ext. 55103 Y 55104
www.esiqie.ipn.mx ; www.ipn.mx



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Folio
T-DEySA-006-19

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"
60 años de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos
70 Aniversario del CECyT No. 3 "Estanislao Ramírez Ruiz"
60 años de XEIPN Canal Once, orgullosamente politécnico
60 Aniversario del CECyT No. 4 "Lázaro Cárdenas"

Asunto
Autorización de Impresión

CDMX, 08 de febrero de 2019

Pasante
CARLOS ALBERTO TAJONAR LINO
PRESENTE

Boleta
2014401501

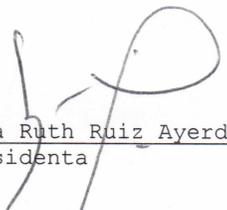
Programa Académico
I.Q.I.

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente denominado:

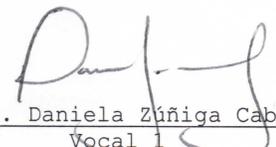
"Estudio y análisis de la deficiencia de productos petroquímicos y su impacto en la industria mexicana"

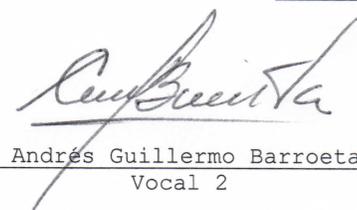
encontramos que el citado trabajo escrito de Curricular, reúne los requisitos para autorizar el examen profesional y proceder a su impresión según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

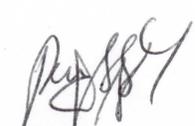
Atentamente
JURADO


M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi
Presidenta


M. en A. Hever Honorato Cervantes
Secretario


M. en E. Daniela Zúñiga Cabrera
Vocal 1


M. en E. Andrés Guillermo Barroeta Arteaga
Vocal 2


M. en A. Ricardo Arrieta Cortés
Vocal 3

c.c.p.- Depto. de Evaluación y Seguimiento Académico.
c.c.p.- Depto. de Gestión Escolar
CRG/mlcp



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"
60 años de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos
70 Aniversario del CECyT No. 3 "Estanislao Ramírez Ruiz"
60 años de XEIPN Canal Once, orgullosamente politécnico
60 Aniversario del CECyT No. 4 "Lázaro Cárdenas"

Folio
T-DEySA-006-19

Asunto
Cesión de derechos

CDMX, 08 de febrero de 2019

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

El/La que suscribe: **Carlos Alberto Tajonar Lino** estudiante del Programa de: **Ingeniería Química Industrial** con número de Boleta: **2014401501**, manifiesta que es autor/a intelectual del presente trabajo escrito, por la opción: **Curricular**, bajo la dirección del profesor/a **M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi**, ceden los derechos del trabajo: **"Estudio y análisis de la deficiencia de productos petroquímicos y su impacto en la industria mexicana"** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico **carlos1995_tl@hotmail.com** Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Atentamente

Carlos Alberto Tajonar Lino

Nombre y Firma del/la
estudiante

Nombre y Firma
Del/la director(a)

M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi

Índice

Reconocimientos	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Introducción	iv

Capítulo I: Generalidades

I. 1. El problema	1
I. 1. 1. Descripción del problema	1
I. 1. 2. Objetivos de la investigación	2
I. 1. 3. Preguntas de investigación	2
I. 1. 4. Delimitación de la investigación	3
I. 1. 5. Justificación	3
I. 2. Petroquímica y sus productos	4
I. 2. 1. División de la petroquímica	5
I. 2. 2. Productos petroquímicos	6
I. 3. La industria petroquímica en México	6
I. 3. 1. Historia	7
I. 3. 2. Importancia y ramas industriales a las que abastece	9
I. 3. 3. Integración y descripción del negocio	10
I. 4. Gas natural como materia prima	12
I. 4. 1. Principales usos	12
I. 4. 2. Principales productos	13
I. 5. Principales cadenas productivas	14

Capítulo II: Industria petroquímica nacional y su desempeño económico

– tecnológico

II. 1. Situación actual de la industria petroquímica mexicana	16
II. 1. 1. Políticas implementadas para su desarrollo	17

II. 1. 2. Resultado de la reclasificación de los productos petroquímicos en la actualidad	18
II. 1. 3. Entorno tecnológico actual	20
II. 1. 4. Contexto económico financiero	22
II. 1. 5. Problemas que impiden el crecimiento de la industria petroquímica	24
II. 2. Reforma energética	26
II. 2. 1. Consecuencias económicas de la reforma energética	28
Capítulo III: Producción de etileno y su situación en el mercado mexicano	
III. 1. Etileno	32
III. 1. 1. Usos del etileno	34
III. 1. 2. Rutas de producción de etileno	36
III. 2. Situación de la materia prima para la producción de etileno	38
III. 3. Panorama del etileno en el mercado nacional	40
III. 3. 1. Volumen de producción y comercio exterior	41
III. 3. 2. Balanza comercial	43
III. 3. 3. Déficits de los derivados de etileno	44
Capítulo IV: Consecuencias en la industria mexicana por el desabasto de etileno y propuestas para reducir el problema	
IV. 1. Impacto por el desabasto de insumo para la industria	46
IV. 2. Afectación a la competitividad de la industria nacional	49
IV. 3. Propuestas para reducir el problema	50
Conclusiones	53
Bibliografía	56

Reconocimientos

Al **Instituto Politécnico Nacional**, con el que estoy profundamente agradecido y sumamente orgulloso, por abrirme las puertas de esta gran institución educativa, la cual me ha brindado la oportunidad y las facilidades para prepararme como profesional y así poner “la técnica al servicio de la patria”.

A la **Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**, con gran aprecio por recibirme con los brazos abiertos para prepararme con una formación académica de calidad, y aunque la aventura no fue fácil, me siento honrado por las experiencias, herramientas y el apoyo que me brindo para llegar a ser un gran Ingeniero Químico Industrial.

Al **CECyT 6 Miguel Othón de Mendizábal**, con mucho amor, por ser un pilar en este logro, del cual obtuve grandes conocimientos personales y profesionales, y que a través de la experiencia me enseñó a nunca darme por vencido y que no hay atajos en el camino hacia el éxito.

Agradecimientos

A **Dios**, por bendecirme la vida, ponerme en el camino correcto, guiarme y darme las oportunidades que he tenido a lo largo de la vida para cumplir mis metas.

A mi mama, **Ángeles**, por su amor y comprensión en todo momento.

A mi papa, **Santos**, por su cariño y consejo que siempre me dio.

Para ambos, gracias, por creer mí y ser los promotores de mis sueños; aunque el camino no ha sido fácil nunca se dieron por vencidos y sus sacrificios, desvelos y la constante lucha hoy dan fruto, con su apoyo y gran paciencia llegamos a esta meta.

A mis hermanos, **Karla y Emmanuel**, por formar parte de esta aventura, su tolerancia, alegría, cariño y comprensión que día a día me brindan ha sido un motor para seguir adelante.

A todos los maestros, amigos, compañeros y personas que nunca voy a olvidar y otras que desearía no haberlas conocido, porque de cada uno aprendí algo para ser quien soy.

A la profesora **M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi**, por su tiempo y dedicación que me han brindado para el desarrollo de este trabajo, y compartir conmigo su valioso conocimiento y experiencia.

“Nunca dejes que tus miedos ocupen el lugar de tus sueños”

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de estudiar las diferentes causas que han contribuido a la caída de la industria petroquímica y que por lo tanto han llevado a la deficiencia de productos petroquímicos, lo que ha impedido la consolidación y crecimiento en el mercado de las diversas industrias en México que su producción depende principalmente de estos productos, así como proponer estrategias para evitar el rezago.

Para lograr el propósito de la misma se procedió a: Identificar las principales causas por las que la industria petroquímica ha generado la escasez de los productos petroquímicos que son de importancia para el mercado mexicano; determinar los principales productos petroquímicos que en la actualidad son escasos en el país, y la importancia que tienen en los diversos sectores de la industria mexicana; examinar la influencia y consecuencias a las que se enfrentan actualmente la variedad de industrias las cuales su crecimiento y consolidación depende de estos productos y generar estrategias técnicas y económicas factibles que pueda ser una opción en la industria nacional, con la finalidad de buscar alternativas para el desarrollo industrial del país.

En el capítulo I se encuentran las generalidades que respecta a la petroquímica y sus productos, a la industria petroquímica en México, el gas natural como materia prima y las principales cadenas productivas. En el capítulo II se encuentra la descripción de la industria petroquímica nacional y su desempeño económico – tecnológico, la situación actual de la industria petroquímica mexicana y la reforma energética. En el capítulo III se describe la producción de etileno y su situación en el mercado mexicano, información del etileno, situación de la materia prima para la producción de etileno y el panorama del etileno en el mercado nacional. Por ultimo en el capítulo IV se describen las consecuencias en la industria mexicana que se han tenido por el desabasto de etileno, el impacto y la afectación en la competitividad de la industria nacional, así como las propuestas para reducir el problema.

Al término de la secuencia presentada se encuentran las conclusiones a las que se llegó como resultado de la investigación documental.

Introducción

La industria petroquímica juega un papel muy importante en el país, ya que es la encargada de transformar el gas natural y algunos derivados del petróleo en materias primas, las cuales son la base para el desarrollo de las diversas cadenas productivas.

Esta industria juega tal importancia que es fundamental para el desarrollo de importantes cadenas productivas como son la química, la farmacéutica, la de los alimentos, la de los plásticos, la de construcción, la de pinturas, la de fertilizantes, la automotriz, la textil, entre otras.

La industria petroquímica es un sector que no se ha sabido explotar, por diversos problemas a los que se ha tenido que enfrentar y por lo tanto no se ha logrado su consolidación y crecimiento en el mercado. Dado a que esta industria es el eslabón de importantes cadenas productivas, es impredecible que se fortalezca y pueda así abastecer oportunamente a la industria nacional con los insumos que esta requiere.

La caída de este sector industrial al ser primordial para el desarrollo de las diversas cadenas productivas, las afecta también directamente, ya que al no tener la materia prima para la elaboración de sus productos repercute en el desarrollo y crecimiento en el mercado, y no solo afecta a estas ramas industriales sino también directamente a la economía del país.

La industria química y petroquímica de México en los últimos 40 años ha ido en decadencia, de representar el 8% del PIB en los años 80, hoy en día solo contribuye con el 2%, si bien, también ha perdido importancia en las exportaciones y el desarrollo tecnológico, lo que trae consigo las crecientes importaciones, generando un déficit considerable para México.

La investigación se está llevando a cabo con el objeto de estudiar las causas que han originado la escasez de los productos petroquímicos, los principales productos y el impacto que tiene en la industria mexicana, ya que la tendencia sigue dirigiéndose hacia la disminución de la producción de productos petroquímicos, el estilo de vida de hoy en día hace que el ser humano necesite satisfacer sus necesidades por lo que el mercado demanda petroquímicos y el país no está respondiendo ante esta necesidad.

Después de realizar el estudio y analizar los datos del impacto de la escasez de los productos petroquímicos, se proponen estrategias técnicas y económicas que sean factibles con la finalidad de implementarlas en el sector industrial. Si bien por la naturaleza del problema, este no se podrá erradicar, el objeto es disminuirlo, contribuyendo al crecimiento de la industria en México, la economía nacional y el desarrollo profesional del Ingeniero Químico Industrial.

Con base en lo anterior se estudiaron las diferentes causas que han contribuido a la caída de la industria petroquímica y que por lo tanto han llevado a la baja producción de productos petroquímicos, lo que ha impedido la consolidación y crecimiento en el mercado de las diversas industrias en México que su producción depende principalmente de estos productos, así la propuesta de estrategias para evitar el rezago.

Capítulo I: Generalidades

I. 1. El problema.

I. 1. 1. Descripción del problema.

La industria petroquímica es de suma importancia para el desarrollo del país, ya que es la rama de actividad productiva de la cual depende la transformación del gas natural y derivados del petróleo en materias primas o intermediarios, los cuales son muy importantes para el desarrollo de gran cantidad de cadenas productivas.

Tal es la importancia de esta industria que sirve para apoyar el desarrollo y crecimiento del país, así como de las cadenas productivas a las que abastece como son la de los alimentos, la farmacéutica, la química, la textil, la construcción, la de fertilizantes y agricultura, por mencionar algunas.

Por diversas causas y problemas la industria petroquímica ha sido un sector que no se ha sabido explotar, desperdiciando su capacidad productiva y como consecuencia generando un estancamiento y deficiente participación en el mercado. Debido a que esta industria juega un papel muy importante que impacta a otras cadenas productivas es incierto que pueda abastecer a la industria nacional con los insumos que esta requiere en el momento adecuado.

Al no contar con un abasto oportuno de materia prima o insumos para la elaboración de los productos que ofrecen las diferentes cadenas productivas, también las afecta directamente y trasciende en el desarrollo y crecimiento de su participación en el mercado, perjudicando a estas ramas industriales y a la economía del país.

En México, la industria petroquímica ha perdido importancia en las exportaciones de sus productos y el desarrollo tecnológico, lo que provoca el aumento en las importaciones, que genera un déficit considerable en la balanza comercial. En los años 80, México era la séptima industria petroquímica del mundo y representaba el 8 % del PIB, hoy en día ocupa la posición número 21 y solo contribuye con el 2 % del PIB, teniendo una industria que va en decadencia.

I. 1. 2. Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Estudiar las diferentes causas que han contribuido a la caída de la industria petroquímica y que por lo tanto han llevado a la deficiencia de productos petroquímicos, lo que ha impedido la consolidación y crecimiento en el mercado de las diversas industrias en México que su producción depende principalmente de estos productos, así como proponer estrategias para evitar el rezago.

Objetivos específicos.

- 1.- Identificar las principales causas por las que la industria petroquímica ha generado la baja producción de los productos petroquímicos que son de importancia para el mercado mexicano.
- 2.- Determinar los principales productos petroquímicos que en la actualidad tienen una baja producción en el país, y la importancia que tienen en los diversos sectores de la industria mexicana.
- 3.- Examinar la influencia y consecuencias a las que se enfrentan actualmente la variedad de industrias las cuales su crecimiento y consolidación depende de estos productos.
- 4.- Generar estrategias técnicas y económicas que puedan ser una opción en la industria nacional, con la finalidad de buscar alternativas para el desarrollo industrial del país.

I. 1. 3. Preguntas de investigación.

Los productos petroquímicos son el eslabón de importantes cadenas productivas y es impredecible que la industria petroquímica sea fortalecida y pueda abastecer con oportunidad los insumos que se requieren por lo que es importante estudiar y analizar los siguientes cuestionamientos:

- 1.- ¿Cuáles son las principales causas que han generado la escasez de productos petroquímicos en México?
- 2.- ¿Cuáles son los productos petroquímicos con baja producción actualmente en el mercado y cuál es su importancia en las cadenas productivas mexicanas?
- 3.- ¿Cuál es la influencia y las consecuencias que ha generado la baja producción de productos petroquímicos en la industria mexicana?
- 4.- ¿Qué acciones podríamos aportar para evitar el rezago de la industria en México?

I. 1. 4. Delimitación de la investigación.

Es necesario aclarar que la información que se presenta es de la industria petroquímica mexicana. Esta industria produce gran cantidad de productos, al principio se encontró información que uno de los productos escasos es el etano, al ser un producto que solamente se obtiene del gas natural y el proveedor exclusivo es Petróleos Mexicanos, se continuó la investigación con el etileno que es un producto que tiene gran importancia y presenta escasez en el país. Posteriormente se investigaron las afectaciones que se presentan en la industria mexicana en los aspectos económico y tecnológico, así como en la economía nacional.

Debido a la naturaleza del problema y para contestar las preguntas de investigación documental, esta se realiza mediante una metodología de investigación teórica, ya que toda la información que se presenta está basada en diferentes tipos de documentos, obteniendo datos cualitativos y siendo un estudio longitudinal.

I. 1. 5. Justificación.

La producción de sustancias petroquímicas sigue una tendencia hacia la baja, lo cual es un problema serio debido a que el estilo de vida que el ser humano lleva hoy en día provoca que necesite satisfacer sus necesidades y deseos, actualmente el mercado demanda petroquímicos y el país no responde ante esta necesidad, esta investigación se llevó a cabo con la finalidad de estudiar las causas que originan la escasez de

productos petroquímicos , los principales productos y el impacto que tiene en la industria mexicana.

Después de realizar el estudio y analizar la información obtenida acerca de la escasez del etileno en México, se proponen estrategias técnicas y económicas que puedan ser implementadas en el sector industrial, con lo que se pretende contribuir al crecimiento de la industria, la economía y el desarrollo profesional del Ingeniero Químico Industrial en México.

I. 2. Petroquímica y sus productos.

Los hidrocarburos en general pueden tener dos grandes usos alternativos: como combustibles energéticos (como en el caso de las gasolinas) o se convierten en insumos industriales como es el caso de la petroquímica. (SNMPE, 2011).

La petroquímica es la industria que utiliza el petróleo y el gas natural como materia prima para el desarrollo de numerosos productos petroquímicos. A través de la petroquímica se realiza la extracción de las sustancias químicas a partir de los citados combustibles fósiles.

A esta rama de la industria petrolera podemos definirla como la actividad industrial que elabora productos para su transformación a partir de materias primas derivadas ya sea del petróleo, de los gases asociados con él, o bien del gas natural o simplemente como cualquier producto químico que provenga o se haga del hidrocarburo. La utilización del petróleo y el gas natural como fuentes de productos petroquímicos ha sido posible gracias al desarrollo de técnicas de transformación de su estructura molecular. (Laub, 2011).

La petroquímica en la actualidad es parte esencial de la vida cotidiana de cada ser humano, satisfaciendo necesidades fundamentales de la sociedad moderna; como salud, el transporte, la vivienda, el entretenimiento y la alimentación. Aunque para la mayoría de las personas no es evidente la relación entre los productos petroquímicos y los productos de consumo final. (Secretaría de Energía, 2018).

I. 2. 1. División de la petroquímica.

A partir de 1959, PEMEX tuvo la responsabilidad de proveer en forma exclusiva, los petroquímicos básicos (aproximadamente 90 productos). En 1979, la lista se redujo a 16, manteniendo una división artificial entre petroquímicos básicos y secundarios. (PEMEX Petroquímica, 2008).

En México los productos petroquímicos fueron reclasificados en agosto de 1992 en tres categorías: básicos, secundarios y desregulados. Los productos básicos son ocho: etano, propano, butano, pentano, hexano, heptano, negro de humo y nafta. Los productos petroquímicos secundarios son trece: acetileno, amoníaco, benceno, butadieno, butilenos, etileno, metanol, n – parafina, propileno, tolueno y xilenos (orto, meta y para). El resto de productos petroquímicos se consideran desregulados.

Según la ley, los petroquímicos básicos solo pueden ser producidos y comercializados por Petróleos Mexicanos, mientras que los petroquímicos secundarios pueden ser producidos por el sector privado, si mantienen un 60 % de inversión nacional. (Aguilar, 2008).

En 1996, se reformó la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, que estableció la distinción entre la petroquímica básica, reservada en exclusiva al Estado, y hasta entonces denominada secundaria, en la cual pueden participar los particulares. (PEMEX, 2006).

La industria petrolera abarca la elaboración, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano de aquellos derivados del petróleo y del gas que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas y que constituyen petroquímicos básicos: etano; propano; butanos; pentanos; hexano; heptano; materia prima para negro de humo; naftas y metano cuando provenga de carburos de hidrogeno, obtenidos de yacimientos ubicados en el territorio nacional y se utilice como materia prima en procesos industriales petroquímicos. (DOF, 2008).

I. 2. 2. Productos petroquímicos.

Los productos petroquímicos son compuestos que están constituidos principalmente por carbono e hidrogeno, pero el número de átomos de carbono y el tipo de estructura que forman dentro de los diferentes compuestos proporciona a los productos diferentes propiedades físicas y químicas. El petróleo, el gas natural y sus líquidos, son la materia prima para la síntesis de la mayor parte de los productos petroquímicos de consumo masivo.

Los productos petroquímicos no llegan al consumidor final, debido a que necesitan someterse a diversas transformaciones para obtener productos útiles para la sociedad.

La industria petroquímica permite obtener una amplia variedad de productos. La base de las cadenas productivas se compone de un número reducido de productos provenientes de procesamiento de gas natural y la refinación del petróleo.

En México, la mayor parte de los petroquímicos que conforman la base de las cadenas productivas de la industria petroquímica son manufacturados por Petróleos Mexicanos.

Los principales productos petroquímicos producidos son: amoniaco, metanol, etileno, óxido de etileno, cloruro de vinilo, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, propileno glicol, propileno, benceno, tolueno, xileno, ortoxileno, paraxileno y estireno. (Secretaria de Energía, 2018).

I. 3. La industria petroquímica en México.

La industria química – petroquímica se caracteriza por ser el sector con el que se dan inicio las operaciones para la elaboración de materias primas. Estas operaciones concluyen con la fabricación de productos que generalmente son utilizados como materias primas para otras industrias e incluso para consumo final.

Esta industria juega un papel fundamental en las economías modernas, pues es una industria clave que está presente en todas las áreas de la vida, sus artículos están presentes en prácticamente todas las actividades de la vida económica, abastece a más de 40 ramas industriales y demanda bienes y servicios de más de 30 de ellas,

está integrada hacia materias primas y es una industria altamente concentrada, las empresas que participan en ella son grandes y muy competitivas. (Chávez, 2009).

Esta industria permite obtener una gama muy amplia de productos químicos. Utiliza tecnología compleja y requiere altos niveles de inversión, con economías de escala e integración vertical en procesos y productos para la obtención de alto valor agregado. Es por esta razón que la cadena petroquímica se apoya en la investigación y desarrollo tecnológico para la adaptación y el desarrollo de nuevos procesos, materiales y productos, o en el mejoramiento de productos ya existentes. (Laub, 2011).

I. 3. 1. Historia.

La industria petroquímica mexicana, tiene su origen desde el momento en que el petróleo es expropiado en 1938, y nace en 1959 con la primera planta de dodecibenceno, insumo para la industria de detergentes, instalada en la refinería de Azcapotzalco, Distrito Federal, pero es en la década de los sesenta cuando comienza una expansión y desarrollo importante hasta 1982, acorde con las necesidades del país y el especial contexto internacional.

En la historia de la industria petroquímica, expertos coinciden en destacar (con cierta precisión) la evolución de la industria en tres periodos:

Primer periodo: Que va de los años inmediatos a la terminación del conflicto en el mundo hasta principios de los años setenta, en donde la decisión de impulsar el mercado interno, particularmente el agropecuario, con base en un esquema económico de sustitución de importaciones y la propia dinámica del sector petrolero, condicionaron el establecimiento de plantas petroquímicas asociadas a la extracción y procesamiento de hidrocarburos para la producción de fertilizantes y otras materias primas de uso industrial.

En esta primera etapa, la industria petroquímica, por razones estratégicas de política nacional, hubo de satisfacer por si misma los requerimientos crecientes de materias primas tanto para sustentar el importante crecimiento del campo mexicano como la incipiente creación un sector industrial nacional.

Segundo periodo: Inicia a principios de los años setenta hasta la crisis de la deuda de 1982, y se caracterizó por el establecimiento de instalaciones petroquímicas de gran escala y la producción masiva de una amplia variedad de productos requeridos para la acelerada transformación manufacturera y del consumo del país.

Como eje de la política nacional de desarrollo se utilizó la estrategia de continuar con el modelo de sustitución de importaciones basado en el mercado interno; ampliar la producción de gas y otros hidrocarburos asociados al petróleo y fincar las bases para el desarrollo de las manufacturas basado en productos petroquímicos nacionales.

La década de los setenta, caracterizada por la gran inestabilidad en los precios del petróleo, trajo consigo, particularmente entre 1976 y 1982, un aumento considerable en la oferta nacional de productos petroquímicos a precios reducidos, subsidios a la inversión y producción privada que enlazaban sus procesos de fabricación a la industria petroquímica y, un crecimiento general acelerado a escala internacional de la petroquímica mexicana. Es en este periodo cuando se diseñaron y construyeron dos de los más grandes complejos petroquímicos: Cangrejera y Morelos.

- **Complejo petroquímico Cangrejera.**

Ubicación: Sureste de la Ciudad de Coatzacoalcos.

Inicio de operaciones: 1980.

Características: Es la instalación más grande en su tipo en América Latina. Opera con 16 plantas activas, las cuales se encuentran dirigidas a una cadena de derivados de etileno y otra de aromáticos, obteniendo como productos principales el polietileno de baja densidad, estireno, óxido de etileno, benceno, tolueno entre otros.

- **Complejo petroquímico Morelos.**

Ubicación: Parte sur del Estado de Veracruz, al este de la Ciudad de Coatzacoalcos.

Inicio de operaciones: 1988.

Características: Sus operaciones se encuentran dirigidas a la obtención de etileno, óxido de etileno, glicoles etilénicos, polietileno de alta densidad y polipropileno.

Tercer periodo: Abarca desde la crisis económica y financiera nacional de 1982 hasta nuestros días. La concepción y el papel que desde entonces se le ha asignado al Estado en la economía y los procesos de apertura comercial y financiera en todo el mundo transformarían no solo el desarrollo de esta industria sino también su participación como impulsora en las cadenas productivas del país.

Las reformas al marco regulatorio de la industria petroquímica que se emprendieron partir de los años ochenta, han permitido que la inversión privada (nacional y extranjera) participe en los esfuerzos del Estado por reactivar su funcionamiento.

Desde entonces, las políticas energéticas en este subsector han intentado modernizar esta industria con el doble objetivo de que sea motor de las cadenas productivas del país y se integre de forma competitiva a los mercados internacionales. (PEMEX, 2006).

I. 3. 2. Importancia y ramas industriales a las que abastece.

La industria petroquímica básica mexicana, nacida de la iniciativa gubernamental, es un sector cuya producción ha tenido un crecimiento dinámico desde que surgió, en 1951, para abastecer la demanda de la industria nacional.

Su importancia es estratégica en el desarrollo industrial de México ya que, con la elaboración de productos básicos, es posible proveer de insumos a 42 de las 73 ramas industriales. (Sánchez, 1999).

En la Tabla No. 1, se muestran las ramas industriales a las que abastece la industria petroquímica, que de acuerdo a la Secretaría de Energía destacan las siguientes:

Tabla No. 1 Ramas industriales a las que abastece la petroquímica

Industrias de productos intermedios	Industrias de productos de consumo final
Fertilizantes	
Resinas sintéticas	Artículos de plástico, refresquera, alimenticia
Fibras químicas	Textil del vestido
Elastómeros y negro de humo	Automotriz, llantera, del calzado, papelería, textil, artículos de hule

Adhesivos	Ensamblado de diferentes materiales, madera y del mueble, del calzado y peletería, papelera, encuadernación, automotriz, laminados y construcción
Aditivos para alimentos	Alimenticia, refresquera, farmacéutica, alimentos balanceados para el ganado, curtiduría, cosméticos
Agentes tensoactivos	Agentes limpiadores, alimenticia, cosméticos, textil, del plásticos, plaguicidas, petrolera
Colorantes	Textil, papelera, curtiduría, alimenticia, bebidas
Explosivos	Minería, construcción, cementera
Farmoquímicos	Farmacéutica
Hule químicos o agentes vulcanizantes	Automotriz, llantera, del plástico, del calzado, textil, artículos y partes industriales
Iniciadores y catalizadores	Automotriz, construcción, del plástico, resinera, pinturas y esmaltes, línea blanca, pigmentos
Aditivos para lubricantes y combustibles	Refinación del petróleo
Plaguicidas	
Plastificantes	Automotriz, papelera, textil, artículos y partes industriales
Refrigerantes y propelentes	Línea blanca

(Sánchez, 1999).

I. 3. 3. Integración y descripción del negocio.

Los hidrocarburos (como el petróleo crudo y el gas natural) que se encuentran en el subsuelo mexicano, incluyendo las 200 millas de mar patrimonial, están bajo el dominio directo de la Nación, esto es del pueblo de México. Este dominio o propiedad es inalienable e imprescriptible. Así lo consigna la Constitución y no es objeto de las iniciativas de reforma que el Ejecutivo Federal ha enviado a esta soberanía.

Al corresponder a la Nación, este dominio directo significa que el petróleo y el gas no son del gobierno ni de Petróleo Mexicanos. (Chávez, 2009).

En el caso de México, el recurso petrolero se encuentra bajo el control de Petróleos Mexicanos (PEMEX), empresa para estatal que aporta cerca del 40 % de los ingresos del gobierno federal. Además, PEMEX, es proveedor de divisas para las reservas del Banco de México y para el servicio de la deuda externa; y contribuye a la fortaleza del peso mexicano, dándole estabilidad, para dificultar la existencia de crisis cambiarias. (Góngora, 2011).

PEMEX es una de las empresas petroleras más integradas del mundo. Su cadena de valor abarca desde la exploración y producción primaria de hidrocarburos hasta la distribución y comercialización de productos petrolíferos y petroquímicos, incluyendo todas las etapas de los diferentes procesos de transformación, así como la presentación de diversos servicios.

En la actualidad, para enfrentar un entorno más competitivo y complejo en aspectos financieros, técnicos y de diversificación de riesgos, PEMEX aprovecha los beneficios que le otorga la Reforma Energética. En este sentido, la empresa está inmersa en un proceso de transformación, a fin de participar de manera eficaz y con nuevos mecanismo de regulación en la industria petrolera nacional. (Petróleos Mexicanos, Informe Anual 2015).

En 1999, PEMEX Petroquímica cuenta con ocho complejos productivos en operaciones: Cosoleacaque, La Cangrejera, Morelos, Pajaritos, Independencia, Camargo, Escolín y Tula. (Aguilar, 2008).

- Complejo petroquímico Pajaritos, en septiembre de 2013, PEMEX y Mexichem se asociaron para integrar la cadena de valor Sal-Cloro/Sosa-Etileno-VCM mediante la sociedad PMV en la cual PEMEX participa a través de su filial PPQ Cadena productiva SL.

En diciembre de 2017, al anunciar la decisión de no reconstruir la planta de Clorados III en el Complejo Petroquímico Pajaritos, se rompe la cadena productiva, lo que hace que la actividad principal de PMV se enfoque en la cadena Sal-Cloro-Sosa, interesando a Mexichem a recuperar el proceso. PEMEX desinvierte su participación en PMV mediante un convenio con Mexichem y se reintegran los activos del complejo a PEMEX. (Alto nivel, 2018).

En el transcurso de 2015, los cuatro Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos, PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica se transformaron en siete Empresas Productivas del Estado Subsidiarias que tienen los siguientes objetivos: PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Perforación y Servicios, PEMEX Cogeneración y Servicios, PEMEX Logística, PEMEX Etileno, PEMEX Fertilizantes y PEMEX Transformación Industrial. (Petróleos Mexicanos, Informe Anual 2015).

La industria petroquímica mexicana obtiene de PEMEX Petroquímica, o por medio de importaciones, las materias primas requeridas. Las empresas petroquímicas más grandes en México y sus filiales son las siguientes: Alpek, CYDSA, Primex e IDESA. (Aguilar, 2008).

I. 4. Gas natural como materia prima.

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos parafínicos ligeros, con el metano como su principal constituyente con pequeñas cantidades de etano y propano; con proporciones variables de gases no orgánicos, nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. (PEMEX. Base de datos institucional).

I. 4. 1. Principales usos.

El gas seco se utiliza como:

1.- Combustible en:

- a) Transporte (vehicular).
- b) Hogares (calentadores de agua, estufas, calefacción).
- c) Comercios (aire acondicionado, calentadores de agua, hornos).
- d) Industrias (sistema de calefacción, secado, generación de vapor, hornos).

2.- Generación de energía eléctrica por medio de plantas de ciclo combinado. Esta tecnología consiste en utilizar la combustión del gas natural y el vapor que producen los gases de escape para generar electricidad de manera complementaria.

3.- Materia prima en la elaboración de productos petroquímicos. El gas natural de forma relativamente fácil y económica puede ser convertido a hidrogeno, etileno o metanol para fabricar diversos tipos de plástico y fertilizantes. (Secretaria de Energía, 2018).

I. 4. 2. Principales productos.

En la Figura No. 1, se muestran los principales productos del gas natural y algunos de los usos en la industria.



Figura No. 1 Principales productos del gas natural (Secretaria de Energía, 2018).

I. 5. Principales cadenas productivas.

La industria petroquímica es una extensa red formada por un gran número de compuestos químicos en cadenas entrelazadas que elabora productos diversos, demandados por la economía.

Una cadena productiva es el conjunto de productos y procesos que a partir de una materia prima dada, conducen a un producto específico de forma integrada. Una cadena de producción se forma cuando los productos de un proceso resultan ser la materia prima de otros. (Escobar, 2009).

La cadena (ruta tecnológica) es concebida como una secuencia de procesos en la que los productos de uno o varios procesos son materia prima del siguiente. El primer proceso de cada cadena parte siempre de al menos una materia prima básica. Para la industria esta materia prima proviene de un petroquímico básico. (Escobar, 2018).

En las Figuras No. 2, 3 y 4 se muestran los principales derivados de las cadenas productivas de la industria petroquímica en México.

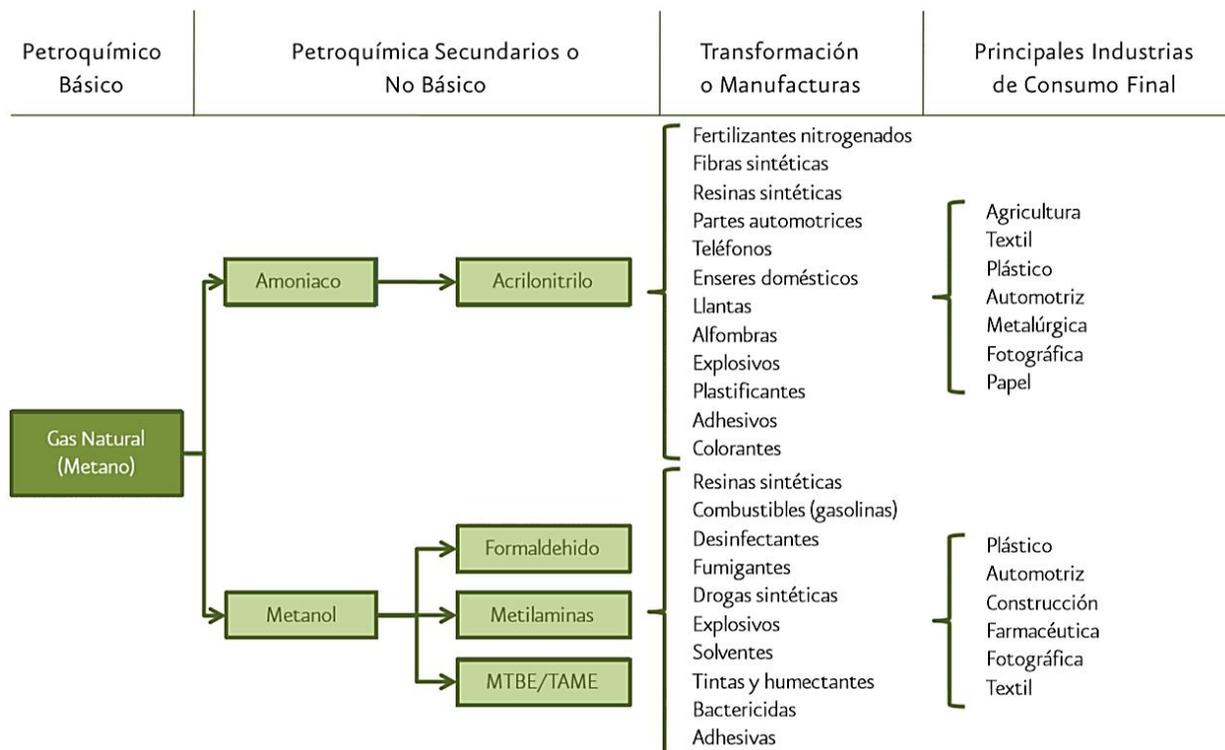


Figura No. 2 Principales derivados del metano (Petróleos Mexicanos, 2006).

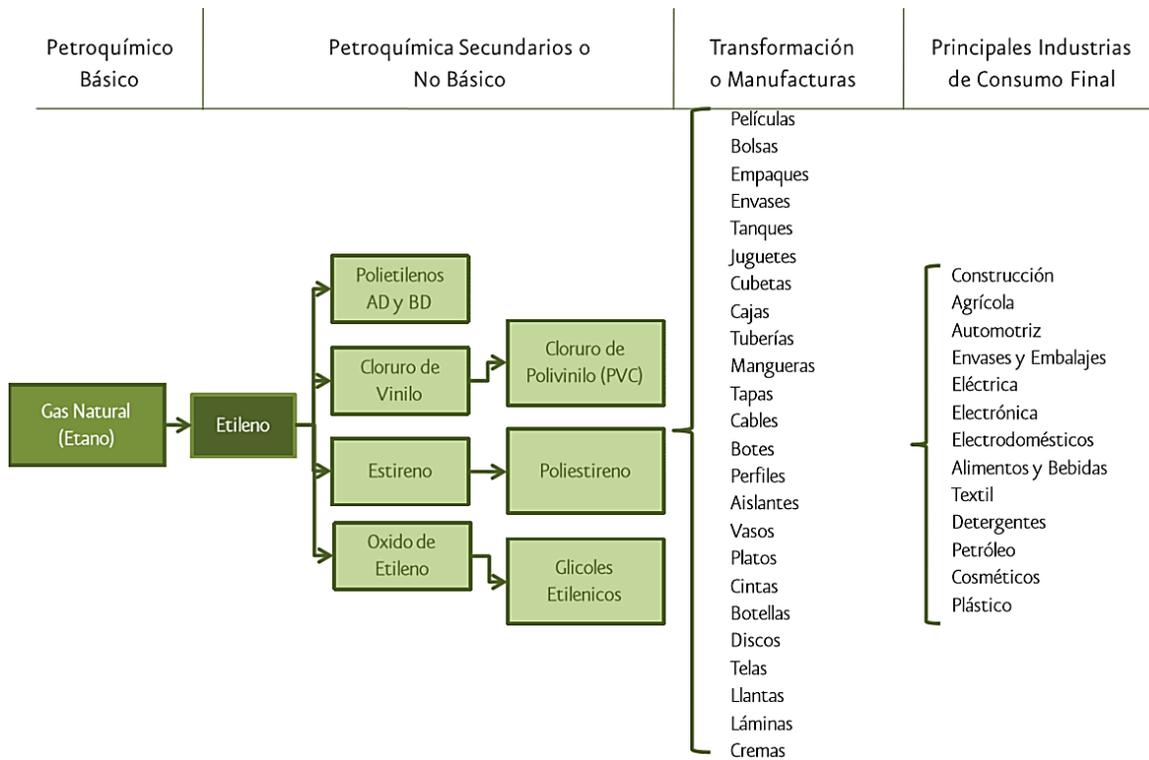


Figura No. 3 Principales derivados del etano (Petróleos Mexicanos, 2006).

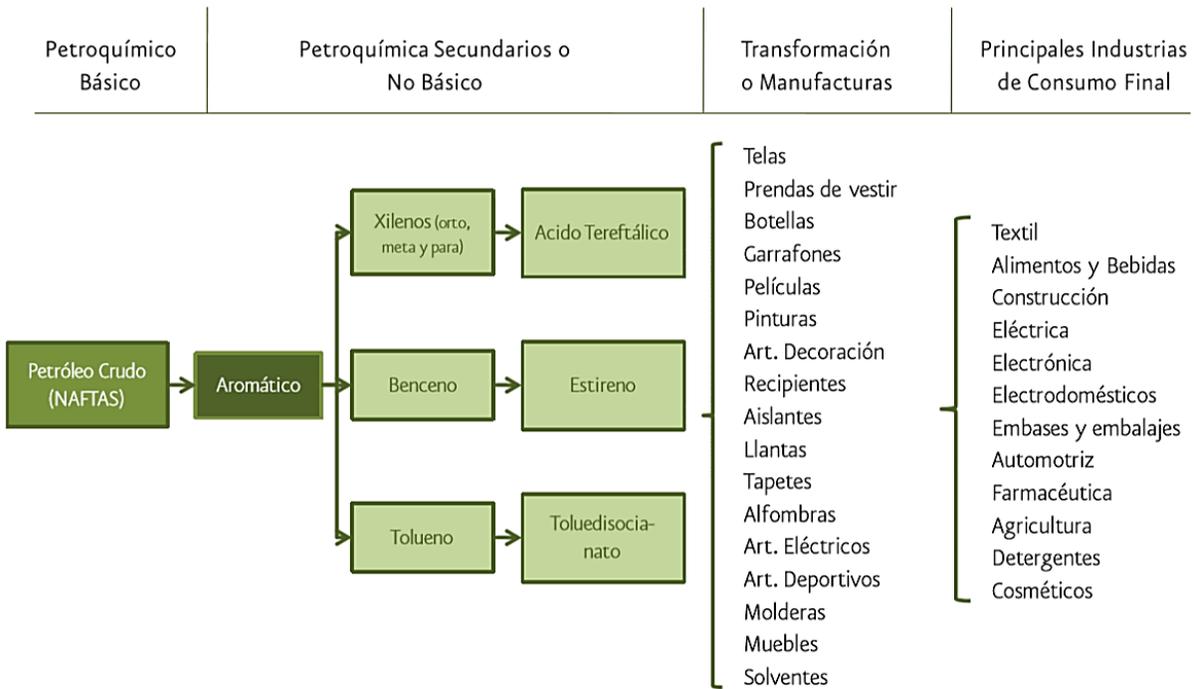


Figura No. 4 Principales derivados de las naftas (Petróleos Mexicanos, 2006).

Capítulo II: Industria petroquímica nacional y su desempeño económico – tecnológico

II. 1. Situación actual de la industria petroquímica mexicana.

México es un país con rico potencial petrolero y energético no desarrollado plenamente. Sus exportaciones responden por buena parte del superávit comercial. Es una fuente total de recursos fiscales y de empleo. El desarrollo del potencial petrolero y de gas del país oscila entre fuerzas antagónicas: las restricciones constitucionales que consagran el patrimonio nacional del recurso, el monopolio del Estado en su extracción, aprovechamiento y comercialización, por un lado, y los factores externos y los sectores que captan la renta, por el otro lado.

La dependencia de las cuentas públicas de la renta petrolera, hace difícil que se amplié la capacidad de inversión de PEMEX mediante la liberalización de parte de sus utilidades. Las transferencias de la empresa al fisco cambian de negro a rojo el balance financiero y constituyen una forma de transferir la renta a los sectores a los cuales no se grava en la medida que se necesitaría de no existir este recurso. La falta de inversiones ha inducido el agotamiento de las reservas y a importar parte de los petrolíferos que demanda la economía. (Puyana, 2009).

México ha apoyado su crecimiento económico en el uso de petróleo y gas producidos como base de generación de energía primaria, pues tan solo en 2013 esos combustibles contribuyeron con el 85.6 % de la oferta interna bruta de energía. Ello en un contexto en el que PEMEX ha mostrado un conjunto de problemas que le han originado la pérdida de competitividad, capacidades y habilidades para impulsar su crecimiento e impulsar acciones que pudiesen detonar en un mejor desempeño de la industria petrolera en su conjunto.

El proceso actual de conformación de PEMEX ha sido resultado de un conjunto de factores originados desde su constitución en 1938. Sin embargo se puede identificar como un punto de quiebre relevante el descubrimiento de la joya de la corona

“Cantarell” y el “boom petrolero” posterior. En este periodo, la petrolera estatal se orientó hacia una vocación “nacional” y no empresarial. (Carreón, 2012).

La industria química nacional se quedó estancada durante 25 años, lo cual generó que el 70 por ciento de los productos petroquímicos que se consumen en el país sean importados.

México era la séptima industria petroquímica del mundo en los años ochenta, pero ahora es la posición 21 al ser rebasado por países que no tienen gas, ni petróleo y que importan la materia prima, e incluso así son más productivos.

El crecimiento del consumo químico en México pasó de 18 mil millones de dólares a 37 mil millones de dólares en más de 10 años, pero se ha tenido que atender con importaciones, por lo que se ha desaprovechado la oportunidad histórica para desarrollar una industria que tiene todo para estar en las primeras del mundo. (ANIQ, 2015).

II. 1. 1. Políticas implementadas para su desarrollo.

Las principales políticas implementadas para el desarrollo de la petroquímica en México se encuentran contenidas en los dispositivos legales emitidos para la promoción de dicha industria a partir de la década de los cincuenta. Entre los principales eventos y disposiciones podemos mencionar:

- La petroquímica aparece en México a inicio de los años cincuenta con la instalación de pequeñas plantas. Esta industria tiene su base en el artículo 27° Constitucional, desarrollado por la Ley reglamentaria en el ramo del petróleo de 1958 y su reglamento de 1959, que señalan, que el dominio directo del petróleo y todos los carburos de hidrógenos sólidos, líquidos y gaseosos corresponden a la nación. La explotación, uso y aprovechamiento se realizaba a través de concesiones.
- Entre las disposiciones se señaló la exclusividad de la nación, a través de PEMEX o sus subsidiarias, en la elaboración de productos que servirían como materia prima industrial básicas. En este sentido, se precisaba que no podrán

tener participación de ninguna especie los particulares. Solo se permitía la participación del privado en el sector secundario de la petroquímica, es decir la siguiente cadena de la petroquímica básica.

- En 1971, se aprueba normas que disponen que cuando algún producto se considera de interés económico o social fundamental para el Estado Mexicano, su elaboración le compete a PEMEX o empresas subsidiarias.
- En 1982, se reforman la Constitución Mexicana para reconocer al petróleo y demás hidrocarburos, junto con la petroquímica básica, como áreas estratégicas para el desarrollo nacional sobre las cuales el Estado ejerce funciones exclusivas.
- En los años noventa, se produjo la modificación de la Ley Orgánica de PEMEX reduciendo el número de productos considerados como básicos. En 1996, la Secretaria de Energía da a conocer la nueva estrategia para impulsar el crecimiento de la industria petroquímica.
- En 2002, la nueva administración de PEMEX publica el documento “el Futuro Estratégico de PEMEX”.
- En 2008 se lanza una convocatoria para subastar un contrato de largo plazo de suministro de materia prima (Etano) para la construcción, por la iniciativa privada, de un complejo petroquímico con una producción de un millón de toneladas de etileno y sus derivados (polietileno). Entre el 2003 y 2010, PEMEX Petroquímica opera con grandes restricciones de presupuesto, tanto para de inversión como para mantenimiento, lo que ha ocasionado un desabastecimiento de materias primas básicas a la industria petroquímica privada, limitando su crecimiento a aquellas plantas cuyas materias primas se pueden importar. (Laub, 2011).

II. 1. 2. Resultado de la reclasificación de los petroquímicos en la actualidad.

Una de las primeras reformas importantes en la materia fue la que distinguió la llamada petroquímica básica, que se reservó al estado, de la secundaria, en la cual se ha

permitido la participación de empresas privadas. Además, se permitió la libre importación de productos petroquímicos, lo que obliga a que la oferta de PEMEX (Petroquímica) sea cada vez más competitiva, tanto en precio como en calidad. (Góngora, 2011).

La división artificial de petroquímicos básicos y secundarios, la estricta política de fijar precios al costo de oportunidad, inhibieron la inversión en el sector, dejando a la industria y a PEMEX Petroquímica operando en cadenas desintegradas, sin crecimiento y competitividad.

Por ejemplo en la cadena del etano, la industria no podrá desarrollar proyectos nuevos rentables en la cadena con los precios actuales de estos insumos, podría hacerlo si pudiese obtener otros mecanismos de precios que permitan compartir utilidades en función de los ciclos petroquímicos. (PEMEX Petroquímica, 2008).

De acuerdo a la reclasificación, tal parecería que se estaba preparando la futura privatización de la petroquímica básica, englobándola en la secundaria. Así mismo, se pretendía mantener e incrementar la capacidad de producción, complementar encadenamientos industriales, la ejecución de proyectos de inversión, promover un vasto programa de desarrollo concertado con el sector empresarial mexicano y con firmas del exterior, con el fin de que tanto el sector público como privado integren cadenas productivas eficientes y permitan que la industria petroquímica mexicana sea más competitiva a nivel internacional y además pueda cubrir la demanda interna, sin perder de vista la rentabilidad del proceso productivo.

Dichas reclasificaciones no atienden a criterios científicos, técnicos o económicos – estratégicos, sino más bien obedece a los objetivos del modelo neoliberal de adelgazar cada vez más el Estado y responder a los compromisos que el mismo gobierno propuso y de igual manera responder a las necesidades de capital financiero internacional, para la modernización industrial. Sin duda, se trata de una situación nueva en la que el Estado pierde el control directo de un sector estratégico, por sus encadenamientos con varias ramas del aparato productivo, sin que esquemas nuevos de política industrial hayan sido claramente definidos.

Las reclasificaciones, la liberalización y supresión de obstáculos a la participación del capital privado en la petroquímica secundaria tuvo como objetivo principal estimular la inversión y atraer capital extranjero al sector. Lo anterior se determinó con base en las restricciones financieras que ha padecido PEMEX desde 1982, las cuales han limitado severamente las inversiones y los programas de expansión. (Mejía, 2009).

A diferencia de los principales productores a nivel mundial, en donde el desempeño se evalúa en la cadena productiva total, PEMEX Petroquímica se evalúa en sus resultados en sus fronteras de responsabilidad. Los clientes toman también sus decisiones en su propio ámbito. Con la excepción de los polietilenos, toda la cartera de PEMEX Petroquímica consiste en productos intermedios que son transformados químicamente por la iniciativa privada. (PEMEX Petroquímica, 2008).

II. 1. 3. Entorno tecnológico actual.

En PEMEX se observa una declinación constante en los niveles de elaboración de productos, cuya consecuencia es un bajo grado de utilización de la capacidad instalada para la producción petroquímica. En efecto, la fragmentación del organismo, junto con la falta de inversión, que acentuó la obsolescencia tecnológica de sus plantas, provocó una significativa disminución de la producción petroquímica por debajo de la capacidad instalada. Sin duda, la crisis internacional de precios de las materias primas, sobre todo del etano, ligado al costo del gas natural, agravó la caída en el nivel de operaciones que se redujo a menos de la mitad de 1996 a 2002. (Armenta, 2008).

En materia tecnológica, se han llevado acciones aisladas para impulsar la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (IDT) en el país, pero ante la crisis y la asignación de recursos limitados a la petrolera estatal, y a las ineficientes políticas en la materia, la desarticulación entre la política industrial y la IDT, así como la desvinculación de la política educativa con la propia IDT han dado como resultado avances poco significativos.

Desde 2006, se realizaron esfuerzos concretos en la industria petrolera, a través de los fondos de investigación creados en el Instituto Mexicano del Petróleo y en el gobierno federal, en particular con el Fondo SENER – Conacyt – Hidrocarburos.

Se han efectuado distintos esfuerzos para diagnosticar las necesidades de la petrolera, destacándose el de fines de los noventa en donde se decidió “ser un seguidor tecnológico”. El más reciente se capitalizó en el Plan Estratégico Tecnológico que buscaba identificar las principales estrategias e implementarlas en sus líneas de negocio. Aunque se han obtenido algunos resultados aislados, no han sido de gran impacto para el desempeño de la petrolera estatal. (Romo, 2016).

En el caso particular de PEMEX Petroquímica, sus plantas de procesamiento se concibieron y diseñaron principalmente en el periodo de 1976 – 1985, y posteriormente se han introducido mejoras tecnológicas incrementales para aumentar la capacidad de procesamiento, hacer más eficiente su operación o abatir el impacto ambiental de sus emisiones.

Sin embargo, por la ausencia de inversiones significativas, solo se han agregado innovaciones tecnológicas marginales y no se han incorporado las innovaciones en tecnologías de proceso que se han dado en el mundo en los últimos 15 años. Esto se refleja en una eficiencia operativa menor respecto de plantas modernas, en especial aquellas con las que se compete en el mercado internacional. (Aguilar, 2008).

La industria petroquímica de México no ha logrado eficiencia ni rentabilidad debido a la falta de un modelo de integración vertical adecuado para un buen funcionamiento. La petroquímica constituye la columna vertebral de la estructura económica del país, pero la inversión ha sido escasa o nula, la tecnología obsoleta y carece de modernización y expansión.

Si bien ese ramo de la industria posee el potencial para convertirse en uno de los más importantes en el ámbito internacional, aún requiere fortalecer sus encadenamientos productivos para reintegrarse a una sola industria y de esa manera aumentar su competitividad. (Mejía, 2016).

El etileno es el componente más importante de la cadena petroquímica mexicana, sin embargo todas las plantas de etileno tienen una tecnología obsoleta, y son de la primera generación en su tipo. El índice de consumo de energía, fundamental en el costo de producción, es alrededor de 50 % mayor que el de las plantas modernas.

II. 1. 4. Contexto económico financiero.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es la empresa estatal Mexicana, posee una de las mayores producciones de petróleo y gas en el mundo, lo cual representa para el país aproximadamente un tercio de las entradas fiscales.

En la actualidad la empresa PEMEX se encuentra atravesando una situación económica bastante difícil, generada por una serie de factores que han afectado su liquidez, entre los cuales se encuentran: deudas adquiridas, caídas en los ingresos y caída en los precios del petróleo. (Foro PEMEX, 2016).

El saldo negativo en la balanza de comercio exterior de derivados de petroquímicos en el país se profundizó en 12 % entre un año y otro al concluir el 2017, luego de que se importaron productos por un valor de 21.498 millones de dólares, con un incremento de 2.36 millones de dólares entre un año y otro, reveló el Banco de México.

Si bien las exportaciones mexicanas de estos productos se incrementaron también 12 % entre un año y otro, el valor de estas, por 5.414 millones de dólares – 588 millones de dólares más que en el 2016, las importaciones aumentaron en la misma proporción, lo que arrojó un saldo negativo de 16.084 millones de dólares.

Lo anterior significa que por cada dólar que entro al país por exportación de productos terminados derivados de petroquímicos, se gastaron 3.9 dólares en importaciones. El saldo negativo en la balanza fue prácticamente el peor de la década, solo detrás del que se obtuvo en el 2014, que alcanzó los 16.529 millones de dólares negativos, cuando el precio del petróleo precursor de estos productos fue de casi 100 dólares por barril.

Las importaciones tanto de químicos como de plásticos impulsaron el alza en las compras totales al exterior. Por ejemplo, el valor de las importaciones de productos

químicos se elevó en 12.5 % entre un año y otro alcanzando 5.948 millones de dólares que representaron 27 % del valor de las importaciones totales derivados de petroquímicos. (García, 2018).

Los puntos clave para entender la situación financiera de PEMEX, en 2016 son:

1.- Ingresos a la baja: La mayoría de los ingresos de PEMEX vienen de la venta de productos básicamente: las ventas de crudo al exterior y la venta de petrolíferos, principalmente combustibles.

- a) Las ventas de crudo al exterior se han visto afectadas tanto por la baja de los precios internacionales como por una menor plataforma de exportación, muestra de ello, es que en el primer mes de 2016 los ingresos por exportaciones registraron una caída de 50 %, esto aun cuando la producción mostro un ligero aumento.
- b) Las ventas de petrolíferos (gasolina, diésel, gas natural, naftas, asfalto, turbosinas y otros) pareciera que podría haber aprovechado el repunte de la demanda de familias y empresas, pero en su lugar, la falta de infraestructura para cubrir el mercado interno lo llevo a cubrir esta demanda con un incremento de las importaciones, afectadas por el dólar.

2.- Deuda, pesado lastre para las finanzas: La reducción de los ingresos operativos llevo a la empresa a cubrir sus faltantes de recursos con un aumento en sus niveles de deuda. En los últimos cinco años paso de 54 mil a 87 mil millones de dólares, en cierta forma, apoyado por las tasas mínimas tanto en México como en el exterior. Otro factor que le pego fue la creciente deuda laboral, principalmente por un aumento en el pago de pensiones.

3.- Precio del petróleo, en mínimos: La sobreoferta mundial de hidrocarburos mantienen a la baja el precio de la Mezcla Mexicana de Exportación en los últimos 21 meses y las expectativas oficiales apuntan que una recuperación de los precios comenzaría a observarse en 2017. Para este año las previsiones oficiales estimaban un precio promedio de 50 dólares, pero en la realidad en el primer bimestre ha sido de 20.83 dólares.

4.- PEMEX pierde valor cada día: Técnicamente, PEMEX es una empresa quebrada y es que sus pasivos están superando sus activos. Al cierre de septiembre del año pasado los activos totales de la empresa eran de 3.74 billones de pesos y solo 2.14 billones de los pasivos estaban respaldados con activos. El resultado, un patrimonio negativo en 1.1 billones de pesos y creciendo. En 2005 el patrimonio de la empresa era positivo en poco más de 20 millones de pesos.

5.- Producción a la baja: En los últimos 10 años el corazón del negocio, la extracción de crudo, se mantiene a la baja, la cual se atribuye al término del ciclo natural de su principal fuente de crudo (Cantarell) y de otros pozos y a la baja inversión en exploración y explotación. La apuesta, la apertura al sector privado nacional y extranjero para recuperar los niveles de extracción que se observaron en 2005, aunque hay que ser pacientes para que maduren estas inversiones.

6.- Nomina creciente: Pese a los retiros voluntarios y una menor edad para jubilarse, la petrolera mexicana tiene una abultada nomina que la cierre de 2014 alcanzo casi los 155 mil empleados. Frente a los estándares internacionales se coloca entre las primeras cinco empresas con el mayor número de trabajadores, pero en términos de productividad, está lejos de los estándares de la empresas como Exxon, BP o Shell. (PEMEX, 2016).

II. 1. 5. Problemas que impiden el crecimiento de la industria petroquímica.

Presenta un escaso crecimiento de su capacidad instalada total. La producción total de productos petroquímicos ha disminuido continuamente. El grado de utilización de la capacidad instalada total ha caído en forma continua. Las importaciones totales de productos petroquímicos van en aumento. Las exportaciones totales de productos petroquímicos están disminuyendo.

La competitividad interna se ha reducido año tras año, indicando que la producción nacional cubre cada vez menos al consumo interno y que ha sido necesario recurrir a las importaciones para su satisfacción; los petroquímicos intermedios presentan esta

características, apuntando a un bajo nivel de integración de las cadenas productivas de la industria petroquímica mexicana.

La competitividad externa total ha crecido poco y presenta altibajos, indicando una asistencia irregular al mercado externo, la inversión ha disminuido. (Escobar, 2018).

En términos de competitividad, es posible observar dos problemáticas: la capacidad instalada y la balanza comercial. En cuanto a la capacidad instalada, es notoria su falta de crecimiento. Desde el año 2000, este rubro apenas ha crecido a una tasa de 1.3 % anual, circunstancia preocupante que indica no solo la falta de inversión en el rubro, sino retraso en la capacidad de reacción de la industria petroquímica, la cual debiese ser muy competitiva, si México desea obtener mayores beneficios de la misma.

Esta situación se encuentra asociada al creciente déficit del saldo de la balanza comercial. A pesar de la reducción del déficit en 2008, atribuida a los efectos de la recesión internacional que encareció las importaciones, el saldo comercial negativo ha aumentado de forma considerable. Este fenómeno resulta paradójico, pues México es el séptimo productor mundial de petróleo (3.6 % del total) a la vez que es el noveno importador de productos derivados del petróleo. (Góngora, 2011).

La industria ha perdido importancia en las exportaciones y el desarrollo tecnológico; en cambio, las importaciones son crecientes y generan ya un déficit considerable y en aumento para el país.

Las principales causas que han generado el retroceso de la industria en el país son las siguientes:

- 1.- La escasa inversión pública y privada en el sector.
- 2.- La división que mantuvo la legislación entre petroquímica básica y secundaria; reservando al estado la refinación y la petroquímica básica y limitando la participación privada a la secundaria. Esta división artificial y la falta de inversiones y política públicas apropiadas contribuyeron a la parálisis en la inversión privada.
- 3.- La apertura acelerada de la economía permitió importar cualquier producto requerido, frecuentemente a precios dumping.

4.- La insuficiencia de financiamiento competitivo a largo plazo.

5.- Rezagos a la infraestructura física y en particular de comunicaciones y transporte.

6.- Antes este panorama adverso, la baja inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación. (De María, 2017).

En 2018, la industria petrolera mexicana enfrenta una doble realidad. Una dominada por las promesas de una reforma energética ambiciosa y la otra por la vida cotidiana de una empresa estatal en las que algunas de sus líneas de negocio se encuentran al borde del colapso. Se sobreponen simultáneamente dos mundos, uno con aspiraciones de modernidad y una visión expansiva basada en supuestos flujos de inversión privada de gran magnitud, principalmente extranjera, donde prevalece la competencia y la eficiencia.

Otro en el que caen las reservas, la producción y el procesamiento de hidrocarburos; se acumulan recortes presupuestales; y en donde prevalecen fuertes pérdidas, una terca ineficiencia y la impunidad frente a la corrupción. La pérdida del dinamismo de una reforma incompleta pone en riesgo la transformación prometida y provoca incertidumbre en el proceso de transición. (Lajous, 2018).

II. 2. Reforma energética.

La ley de hidrocarburos derivada de la Reforma Constitucional en Materia Energética promulgada el 20 de diciembre de 2013, establece que la Secretaría de Energía (SENER) expedirá los permisos para realizar las actividades de procesamiento de gas natural.

Para las actividades de almacenamiento, transporte, distribución, licuefacción, regasificación, compresión, descompresión, venta de primera mano y comercialización de gas natural, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) es el organismo encargado de otorgar los permisos correspondientes. (Secretaría de Energía, 2018).

La reforma energética generará un nuevo marco legal que permitirá a México aumentar la producción de gas natural a niveles que permitan: disminuir el creciente ritmo de

importaciones de este combustible para recuperar la autosuficiencia y formar parte activa de un bloque norteamericano de energía, menos vulnerable a riesgos geopolíticos.

El diagnóstico, de acuerdo con un documento del Gobierno Federal, es que el país podría recuperar un ritmo de producción más acorde con sus necesidades internas. Ello luego de que perdiera la autosuficiencia en la materia a partir de 1997, cuando comenzaron las importaciones de gas natural con 109 millones de ft³ diarios hasta alcanzar los 2356 millones de ft³ al día hasta junio de 2014.

Pese a que las reservas de petróleo disminuyen hasta hoy, el estancamiento de gas natural tiene otras causas. Petróleos Mexicanos acepta que el enfoque de su inversión está en la exploración y explotación de petróleo, debido al bajo precio que ha alcanzado el gas natural, que promedia 4 dólares el BTU (unidad térmica británica).

Hasta antes de la reforma energética, el Estado era el único autorizado para extraer, almacenar y distribuir gas natural en México. Por ello, en la reforma se modificó el marco legal, con el fin de permitir que empresas privadas participen en extracción de este hidrocarburo, a través de cuatro modalidades principales de contratos: 1) servicio, 2) licencias, en donde se opera a cambio de un pago en efectivo, 3) contratos de utilidad compartida y 4) contratos de producción compartida.

La encargada de diseñar y licitar estos contratos será la Comisión Reguladora de Energía, según lo señala la reforma. En varias de estas modalidades se incluye la posibilidad de participar en asociación con PEMEX o de forma autónoma. A través de ellos, se pretende que PEMEX ceda el espacio para que otras empresas, posiblemente de menor tamaño pero necesariamente de muy alta eficiencia, se ocupen del negocio del gas natural, que en ocasiones tiene márgenes de apenas 50 centavos de dólar. (Monjarás, 2018).

Uno de los propósitos de la Reforma Energética, como lo planteó el gobierno, es que las finanzas públicas rebajaran su dependencia de los ingresos petroleros, los cuales aportan alrededor del 35 % de los recursos del gobierno federal.

En el decreto se aprobó la creación de un fideicomiso público llamado Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y Desarrollo, el cual percibirán los ingresos derivados de los contratos y asignaciones para diversos rubros, como disminuir los pasivos en los sistemas de pensiones y para la investigación en ciencia y tecnología. (Muciño, 2015).

Con la aprobación de la reforma energética en diciembre de 2013 y las leyes secundarias durante el año 2014, se planteó la posibilidad de relanzar a la industria petrolera, y en paralelo elevar el crecimiento de la actividad productiva en el largo plazo, después del fracaso del modelo económico para incentivar la producción a niveles que impulsen el desarrollo económico, la generación de empleos, abatir los problemas sociales como la inseguridad, la pobreza y la falta de servicios públicos, entre otros, y pese a que se ha logrado reducir y controlar la inflación, mantener las tasas de interés bajas, un adecuado balance con el comercio exterior y evitando un desbordamiento del endeudamiento público.

Además, el nuevo impulso que se le da al sector energético, y a la industria petrolera en especial, tiene como objetivo promover acciones para alcanzar la suficiencia energética y posicionar de nuevo al país como jugador relevante en el mercado petrolero internacional. (Carreón, 2012).

II. 2. 1. Consecuencias económicas de la reforma energética.

El gran error económico de la reforma energética consiste en el hecho de que transfiere riqueza al extranjero y desmantela la economía nacional.

Hoy, PEMEX tiende al declive productivo por su baja productividad y escasa reinversión de utilidades, lo cual, desde hace años, nos ha hecho desaprovechar la oportunidad de usar el petróleo como palanca del desarrollo económico en nuestro país.

Sin embargo estaremos peor con esta reforma energética. Es claro que debemos transformar a PEMEX, pero no como lo propone el Ejecutivo Federal a través de las leyes secundarias que se promulgan el 11 de agosto de 2014.

El gran error económico de esta reforma del Ejecutivo Federal consiste en el hecho de que transfiere riqueza al extranjero y desmantela la economía nacional, pues ello aumentará la pobreza y caerá el empleo en nuestro país.

A continuación se enumeran las 10 principales consecuencias económicas de esta reforma y sus leyes secundarias:

- 1.- Rápido agotamiento de reservas petroleras.
- 2.- Se pierde la oportunidad de empujar la productividad de nuestra economía.
- 3.- Aumenta la carga fiscal a PEMEX.
- 4.- No se generaran empresas nacionales significativamente.
- 5.- No aumentaran significativamente el nivel actividad económica y de generación de empleos.
- 6.- Aumentará la concentración del ingreso y habrá transferencia de riqueza al extranjero.
- 7.- El gasto público continuará destinándose mayoritariamente a gasto corriente.
- 8.- No se generara ahorro de largo plazo por ingresos petroleros y muy probable aumentará la deuda pública.
- 9.- No contribuirá a reducir la pobreza, y una vez agotado el petróleo, los niveles de pobreza pueden dispararse.
- 10.- Se desaprovecharan recursos para atacar los determinantes estructurales de la pobreza en México.

Estas consecuencias interactuaran en conjunto formando un círculo vicioso de baja producción de PEMEX, transferencia de riqueza al extranjero, baja inversión pública, insuficiente creación de empleos y debilitamiento del mercado interno, con lo que la presión sobre PEMEX vuelve a aumentar, sosteniéndose una alta carga fiscal a PEMEX, que le impedirá, nuevamente, aumentar su producción.

Si necesitamos reformar al sector energético en nuestro país, pero no así. Independientemente de ideologías, cualquier economista con dos dedos al frente y un mínimo de ética puede advertir que este es un pésimo negocio para el país. (Saldaña, 2014).

La principal falla de la reforma petrolera ha sido el abandono de PEMEX. Esta empresa estatal atraviesa por una crisis profunda que no parece tener salida en el marco de la política económica actual y en el de su propia estructura institucional. Todos los principales indicadores operativos y financieros señalan un deterioro que se ha agudizado en los últimos años y que abarca a todas las áreas de la empresa. El colapso de precios internacionales de petróleo en 2014 y la forma como se le hizo frente detonó la crisis de Pemex, pero no fueron su causa.

El gobierno federal dio prioridad al cumplimiento de sus objetivos de balance macroeconómico para lo que contó con los efectos positivos de la reforma fiscal, el manejo exitoso del programa de coberturas sobre sus ingresos petroleros y un ajuste draconiano de las finanzas de PEMEX. En cambio, esta empresa dispuso menos instrumentos para afrontar la reducción de sus actividades. La única salida que se le dio fue una fuerte reducción de sus actividades.

Si bien la reforma petrolera reconocía que su éxito suponía el saneamiento y fortalecimiento de esta empresa estatal, la coyuntura y la política pública no favorecieron estos objetivos, que eran centrales en el periodo de transición hasta que los beneficios de la reforma se dejaron de sentir. (Lajous, 2018).

En cuanto a la producción de gas natural, uno de los temas más sensibles en seguridad energética son las importaciones de gas natural, que representa más del 60 % de la demanda nacional. Incluso el premio Nobel de Química, Mario Molina, ha advertido que esos niveles pueden ser un problema serio para el país en materia de seguridad energética.

En 2013, la producción de gas se ubica en 6370 millones de pies cúbicos diarios (mpcd). En 2018 la generación de Pemex promedia 4828 mpcd. Nuestro país demanda 8000 millones de pies cúbicos, de los cuales Pemex consume 2000 y los 6000

restantes, México importa 5000 principalmente de Estados Unidos, según el comisionado presidente de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), Juan Carlos Zepeda. (Solís, 2018).

Por otro lado, dijo en entrevista para Forbes México Lourdes Melgar, ex subsecretaria de Hidrocarburos de la Secretaría de Energía (SENER), durante un foro de energía que “PEMEX se encuentra en una crisis que, desafortunadamente, se la han querido colgar a la reforma energética. Eso es un error, un error de diagnóstico”.

El primer punto de la crisis de PEMEX, dice Melgar, es su salud financiera derivada de su absoluta carga sindical y laboral comparada con sus competidores a nivel mundial. Su pasivo laboral, es decir, su deuda por pensiones y otras prestaciones, sigue aumentando.

El segundo punto, dice, que PEMEX no ha sido bien administrada, incluso en este sexenio, con decisiones que no correspondían al momento que vivía la empresa. Como es el caso de la división de fertilizantes, cabe recordar que PEMEX compró lo que los expertos consideran fue una serie de plantas chatarra por 11000 millones sin alcanzar la producción esperada. La meta era reactivar la industria de fertilizantes. “No ha generado utilidades para el Estado, por lo que el proyecto no ha sido rentable”, dijo la Auditoría Superior de la Federación en un reporte de febrero de 2018.

La tercera razón por la actual crisis de la empresa fue el desplome de precios del petróleo, cuya consecuencia trajo recortes importantes para la petrolera. En septiembre de 2014, una crisis de precios internacional, detonada por una guerra de producción entre la OPEP y Estados Unidos, llevo el precio del barril de crudo de 100 a 18 dólares en enero de 2016. Un mes después, Hacienda anuncio un recorte presupuestal de 100000 millones de pesos para PEMEX. “Un recorte de 75 % de tu presupuesto te lleva a situaciones bastante complejas”, sentencia Melgar. (Solís, 2018).

Capítulo III: Producción de etileno y su situación en el mercado mexicano

III. 1. Etileno.

El etileno (C_2H_4) es un hidrocarburo fundamental para la petroquímica. Es el petroquímico básico de mayor volumen de producción global. (Scodelaro, 2017).

Etileno también conocido con el nombre de eteno, es un compuesto orgánico, perteneciente a la familia de los hidrocarburos insaturados, dentro de los cuales, el etileno es el más simple. Su estructura química se caracteriza por la unión de dos átomos de carbono a través de un doble enlace, dando lugar a la fórmula $CH_2=CH_2$.

En cuanto a su estructura molecular, la molécula está formada por cuatro enlaces simples carbono – hidrogeno ($C - H$) y un enlace doble carbono – carbono ($C = C$), que le impide rotar excepto a altas temperaturas. (Morales, 2013).

En la Figura No. 5 se muestra como está compuesta la estructura molecular del etileno.

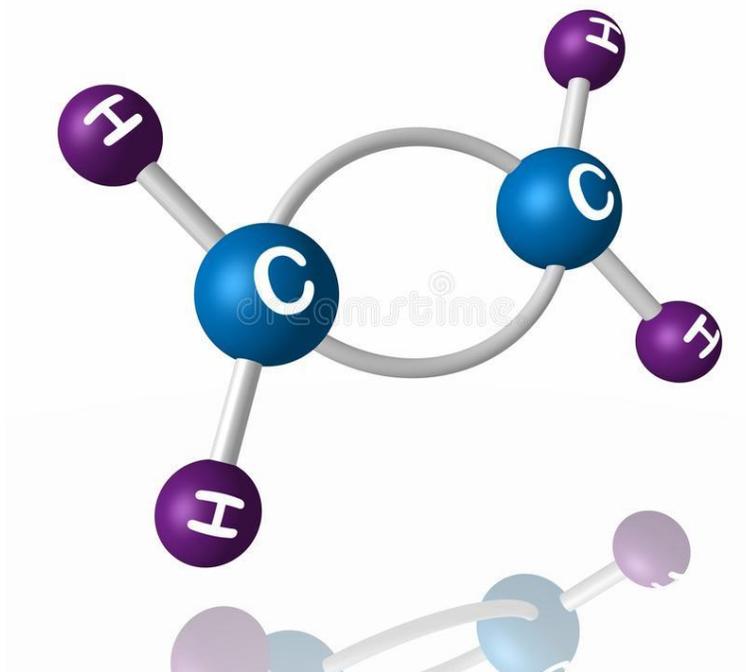


Figura No. 5 Estructura molecular del etileno (Dreamstime).

El etileno es un gas incoloro de olor y sabor dulce, densidad 0.5139 (20 °C). Se obtiene mediante la desintegración de etano recuperado de los líquidos del gas natural. El etano con vapor de agua es pirolizado en un horno a temperatura de 850 a 900 °C. Se obtiene en las petroquímicas La Cangrejera, Morelos, Pajaritos, Escolín y Reynosa, utilizándose principalmente en la producción de polietileno, acetaldehído, óxido de etileno, dicloroetano y etilbenceno. (PEMEX Base de Datos Institucional).

En la Tabla No. 2 se muestran las propiedades físicas y químicas del etileno de acuerdo con la hoja de seguridad de INFRA.

Tabla No. 2 Propiedades físicas y químicas del etileno

Temperatura de ebullición	-103.7 °C @ 1 atm
Temperatura de fusión	-162.9 °C @ 1x10 ⁻³ atm
Temperatura de auto ignición en aire	490.0 °C
Densidad del vapor	0.9852 (aire = 1)
Peso molecular	28.05 g / gmol
Tensión superficial al punto de ebullición	16.5 dinas / cm
Calor de vap al punto de ebullición	118.5 cal / g
Calor de hidrogenación	32.8 Kcal / mol
Calor de combustión (bruto)	337.28 Kcal / mol
Viscosidad a 0 °C	9.3x10 ⁻⁵ poises
Solubilidad en agua	0.226 cm ³ / cm ³ agua @ 1 atm, 0 °C
Límite superior de inflamabilidad	16 – 29 %
Límite inferior de inflamabilidad	3 – 3.5 %
Temperatura critica	9.5 °C
Presión critica	50.7 atm
Densidad critica	0.227
Estado físico	Gas
Color	Incoloro
Olor	Dulce

(HDS INFRA).

III. 1. 1. Usos del etileno.

Aproximadamente el 60 % de la producción mundial de etileno se usa en la fabricación de polietileno de distintos grados, la resina plástica de mayor producción mundial. Otros derivados incluyen el óxido de etileno (usado en la fabricación de glicoles y etanolamina), dicloruro de etileno (para producción de PVC y usado también como solvente) y estireno (para la producción de poliestireno). (Scodelaro, 2017).

Es uno de los compuestos más importantes de la industria química, dado que a partir de él se fabrican multitud de compuestos, cuyos derivados principales son:

- **Polietileno:** Es de gran importancia en la vida diaria y se usa en gran variedad de objetos como bolsas, juguetes, envases, etc.
- **Dicloroetano:** Utilizado en la producción de cloruro de vinilo, que luego se usara para dar PVC.
- **Etilbenceno:** Usado mayoritariamente en la fabricación del estireno, el cual se usara para la formación de poliestireno, utilizado en la fabricación de envases y como aislante térmico y acústico.
- **Óxido de etileno:** Usado como intermediario en la fabricación de etilenglicol, el cual se usa como anticongelante y disolvente en la industria de la pintura.
- **Agente de maduración:** Las frutas y verduras son expuestas a una atmosfera en la que se encuentra etileno y que produce un cambio de color, ablandamiento y en algunos casos mejoras de sabor.
- **Acetaldehído y acetato de vinilo:** Usado en la fabricación de pinturas, textil y papel.
- **Etanol:** En el caso de las refinerías de petróleo primero se obtiene el etileno y luego el etanol, mediante un proceso de hidratación catalítica; aunque este etanol solo representa en torno a un 5 % del etanol fabricado mundialmente, dado que el 95 % restante se fabrica mediante la ruta de fermentación de azucares. (Calvo, 2015).

El etileno es uno de los productos petroquímicos que tiene mayor importancia en el sector productivo, ya que a partir de él se producen infinidad de compuestos que son utilizados en los productos de consumo diario.

Debido a su importancia en la industria petroquímica y a la gran cantidad de reacciones que puede experimentar, conduce a gran cantidad de productos químicos importantes.

En la Figura No. 6 se muestra un esquema con los principales derivados del etileno.

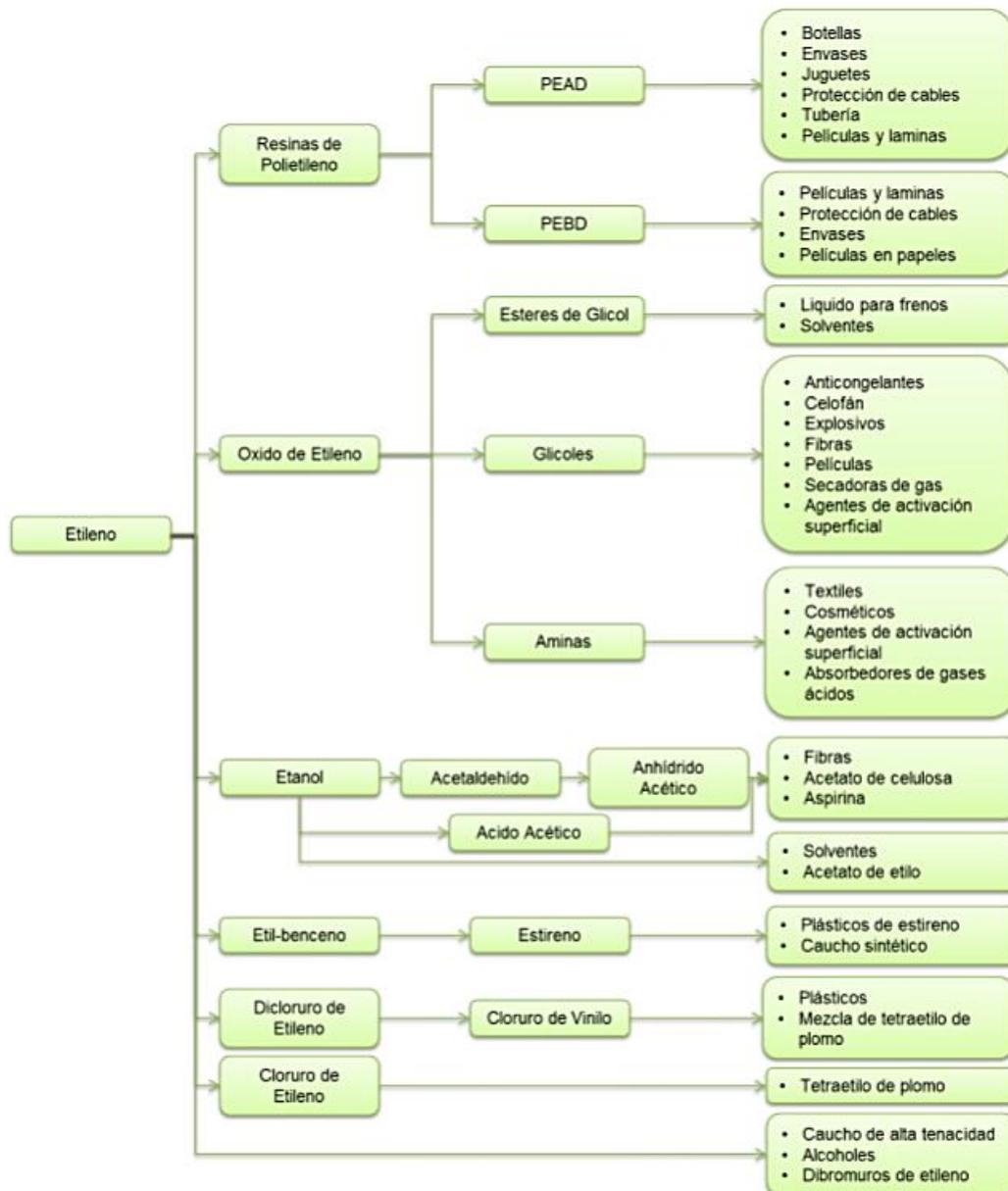


Figura No. 6 Esquema de la cadena productiva del etileno (Morales, 2013).

III. 1. 2. Rutas de producción de etileno.

En la industria del petróleo, el etileno se forma mediante procesos petroquímicos de craqueo con vapor de hidrocarburos (naftas, gasoil, etano, propano y butano). Además de etileno se forman otros componentes de 3, 4 y 5 átomos de carbono, es decir, que el producto realmente son olefinas que luego se ven sometidas a diversos procesos de separación muy complejos, los cuales se tratan brevemente a continuación:

Pirolisis: Se realiza en horno que opera a una temperatura superior a los 750 °C y en el que se producirán las diversas reacciones de deshidrogenación, las cuales producirán la formación de coque, que es indeseable. La alimentación, compuesta por los compuestos mencionados anteriormente, se precalienta, se vaporiza y se recalienta en la zona de convección del horno, y posteriormente pasa a la zona de radiación, donde se producirán las reacciones de deshidrogenación.

Normalmente se utilizan hornos en paralelo debido a que la capacidad de estos es limitada, siendo uno de ellos diferente para craquear el etano y el propano que se separan en las unidades de fraccionamiento de colas. Esto se debe a que los hidrocarburos ligeros requieren menores tiempos de residencia, temperaturas y relación de vapor de agua / hidrocarburos.

La salida del horno se enfría rápidamente en una caldera de recuperación, en la cual se genera vapor de agua, y sigue entrando hasta los 350 °C mediante intercambio con agua, aire o algún compuesto refrigerante.

Fraccionamiento primario: Tras la pirolisis la corriente se somete a una destilación atmosférica, separándose por el fondo un gasoil que se suele utilizar en el horno de la etapa anterior, mientras que por la cabeza sale gas de craqueo, naftas y agua, siendo estas dos últimas separadas en el condensador de cabeza.

Compresión: El gas, formado principalmente por etileno, hidrogeno y metano, sale del fraccionamiento primario y se comprime en un compresor de 5 etapas con refrigeración intermedia hasta la presión de 40 Kg / cm². En esta compresión se suelen eliminar los componentes indeseados que lleva la corriente de gas de craqueo como la nafta, el agua y el dióxido de carbono. Tras la última etapa de compresión el gas se trata con

alúmina o con tamices moleculares para eliminar el dióxido de carbono residual, de manera que el punto de rocío del gas sea inferior a los -100 °C.

Fraccionamiento a baja temperatura: El gas se enfría y se hace pasar por una desmetanizadora donde se separa el H₂, CO y CH₄. Después la corriente de fondo pasa a la desetanizadora, en la que se separa por el fondo una corriente que se envía a un fraccionamiento a alta temperatura y por cabeza etileno y acetileno, e inmediatamente pasa por el convertidor de acetileno, en el que el acetileno se hidrogena selectivamente a etileno, debido a que la presencia de este componente en el etileno es peligroso.

Esta corriente se vuelve a enfriar y se pasa por el splitter del C₂, de él se obtiene por el fondo etano que se envía a la pirolisis y etileno de alta y baja pureza.

Fraccionamiento a alta temperatura: Esta corriente pasa a la despropanizadora en la que se separan los C₃. Los componentes más pesados se separan a continuación en una fracción C₄ y C₅. La fracción de C₃ pasa a otro reactor de hidrogenación selectiva en la que se elimina el metilacetileno. Los C₃ pasan al splitter, donde se obtiene propileno y propano, y de la corriente de C₄ se separa el butadieno y el buteno. (Calvo, 2015).

En la Figura No. 7 se muestra un diagrama en donde se puede observar a grandes rasgos el proceso de obtención del etileno.

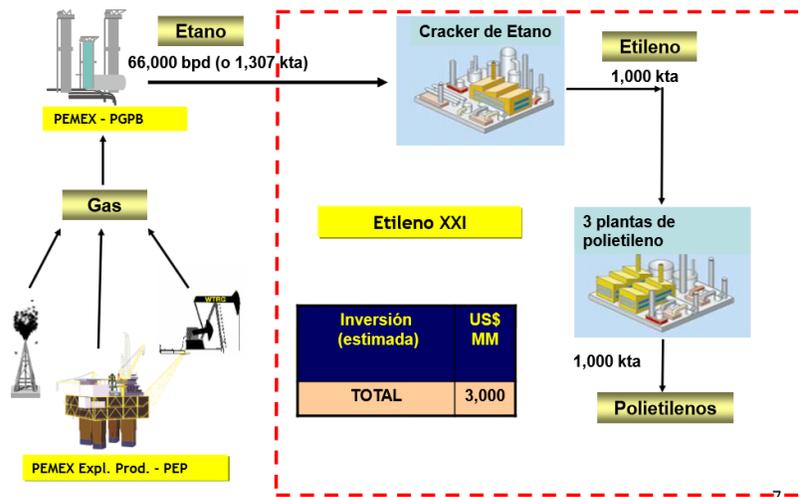


Figura No. 7 Proceso de obtención del etileno (Bischoff, 2010).

III. 2. Situación de la materia prima para la producción de etileno.

La situación del etileno en el mercado depende de varios factores, sin embargo el principal es por la materia prima, por lo que se debe analizar desde este punto.

El etileno es un producto petroquímico que se obtiene por craqueo térmico de hidrocarburos, usando mayoritariamente una de dos materias primas: etano, o naftas livianas de refinerías. (Scodelaro, 2017).

La producción y abastecimiento de gas natural es la otra gran crisis del sector energético, que por ahora no se resolverá en el corto y mediano plazos, a pesar de la presencia de nuevas empresas que ganaron bloques en las pasadas rondas de licitación.

De acuerdo con información de Petróleos Mexicanos, entregada vía la Plataforma Nacional de Transparencia, la producción de este carburante ha venido disminuyendo desde 2009, cuando alcanzó su máximo nivel de extracción, estimando en 7 mil 30 millones de pies cúbicos diarios, a 5 mil 68 millones en 2017, lo que representa una caída de 28 %.

Para el primer semestre del año, la plataforma de producción promedia 4 mil 823 millones de pies cúbicos diarios. La crisis del gas natural se da pese a que uno de los objetivos que se trazaron al aprobar la reforma energética fue la de aumentar la producción del carburante de 5 mil 700 millones de pies cúbicos diarios, a 8 mil millones en 2018 y a 10 mil 400 millones en 2015.

Además, el gas que se extrae de los campos del sur – sureste del país está contaminado con altos niveles de nitrógeno, lo que obliga a PEMEX a otorgar descuentos a la industria, el sector servicios y los usuarios domésticos de esta región que lo compran.

Esta producción representa 30 % de todo lo que se extrae en el país. La crisis se ha extendido a los centros procesadores de gas que opera PEMEX a tal grado que han reducido su nivel de utilización, de 66 % en 2007 a 42 % en lo que va de 2018.

La Secretaría de Energía (SENER) reconoce en su prontuario estadístico mensual, correspondiente a julio de 2018, que “las importaciones de gas natural se han incrementado para cubrir la demanda nacional ante una disminución de la producción. En 1998, México compraba en los mercados externos 146 millones de pies cúbicos diarios. Hoy, a junio de 2018, trae de Estados Unidos 5 mil 106 millones de pies cúbicos por día, un incremento de 3 mil 397 %. Los números de la secretaria muestran que la importación de este carburante duplica la producción. (Cruz, 2018).

Manuel Sánchez Guzmán, director general de PEMEX Petroquímica señala que “la iniciativa privada no ha invertido realmente en plantas petroquímicas en México porque PEMEX es el único proveedor de la materia prima; lo que se busca es que haya más jugadores en este mercado de los hidrocarburos para que exista mayor producción de materia prima como el gas etano, entre otros insumos, con el fin de poder atender toda la demanda nacional. (Martínez, 2013).

Del gas natural se extrae el etano que posteriormente se procesa para la obtención del etileno.

El complejo petroquímico más grande de México, Etileno XXI, redujo su nivel de operación en 13 por ciento durante el segundo trimestre de 2018, debido a la falta de suministro de etano y paros técnicos por mantenimiento, informo Pedro Teixeira, director de relación con inversionistas de Braskem.

En conferencia con analistas, el directivo destacó que esto resultó en una reducción de 8 % en ventas, aunque por mejoras operativas lograron obtener entre abril y junio de este año un flujo operativo (EBITDA por sus siglas en ingles) de 161 millones de dólares, 2 por ciento más que lo reportado en el mismo lapso del año pasado.

PEMEX es la compañía dedicada a surtir de etano la operación de Etileno XXI, debido a un acuerdo que llegó la empresa productiva del estado con el joint venture Braskem-Idesa en 2010. (Sánchez, 2018).

III. 3. Panorama del etileno en el mercado nacional.

El etileno es el componente más importante de la cadena petroquímica mexicana. Sin embargo todas sus plantas de etileno tienen una tecnología obsoleta, y son de la primera generación en su tipo. El índice de consumo de energía, fundamental en el costo de producción, es alrededor de 50 % mayor que el de plantas modernas.

Existen muy pocos licenciadores de tecnología de etileno en el mundo y solo tres con liderazgo en el mercado mundial (Kellogg Brown & Root, Lummus Global y Stone & Webster). Actualmente es posible la expansión y modernización tecnológica de las plantas, con aumentos hasta de 70 % de capacidad de procesamiento y mejoras sustanciales en los índices energéticos, en el consumo de materia prima y en posibles adiciones tecnológicas como la recuperación de hidrogeno del gas residual.

Esta cadena es la que mayor valor agregado y riqueza aporta a la petroquímica, por lo que se considera altamente estratégica. (Aguilar, 2008).

La demanda mexicana de petroquímicos se mantiene saludable. De acuerdo a Enrique Aguilar Rodríguez, ex presidente del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, el mercado “pide petroquímicos, y el país no está respondiendo”.

La balanza comercial de productos petroquímicos ratifica este hecho: en 2014, se importaron productos petroquímicos por US \$65.000 millones, mientras que las exportaciones estuvieron por debajo de los US \$23.000 millones. (Scodelaro, 2017).

En 2018 se importaron productos petroquímicos con un valor de US \$21498 millones y se exportaron US \$5414 millones, el saldo negativo en la balanza comercial fue el peor de la década, solo detrás del que se obtuvo en 2014. (García, 2018).

Un problema grave para México es la falta de materia prima. Todos los crackers mexicanos se alimentan con etano. PEMEX es el único productor de etano en el país a partir de los líquidos del gas natural. El declive en la producción petrolera que viene experimentando la estatal fue acompañado por un declive en su producción de gas natural. Y es que alrededor del 75 % del gas natural producido por PEMEX es asociado, es decir, proviene de pozos donde también se extrae petróleo. Con la baja

producción de gas natural, se redujo la producción de líquidos del gas natural, etano y fracciones superiores.

A la reducción de producción de líquidos, etano principalmente de la estatal mexicana, se sumó la competencia por el etano del nuevo complejo Etileno XXI.

Su efecto disruptivo en los mercados no fue el inicialmente esperado por los analistas. Se esperaba que el exceso de oferta bajara los precios de polietileno en la región y presionara sobre los márgenes del negocio. Pero la escasez de materia prima, falta de etano, hizo que los crackers propios de PEMEX redujeran sus tasas operativas. El impacto se sintió aguas abajo en la cadena de valor del etileno con precios del polietileno en alza durante 2016 y comienzos del 2017 por faltantes de la resina.

De acuerdo al último informe de resultados de PEMEX (cuarto trimestre de 2016), la elaboración total de petroquímicos disminuyó 9 % en 2016 con respecto al 2015, cerrando en 4.1 millones de toneladas. Esto se debió en parte a una reducción de 148 mil toneladas en la cadena de derivados del etano, como resultado de menor suministro de etano por inicio en operaciones del cracker de etileno de Braskem – Idesa (Etileno XXI), y a paros operativos no programados en el Complejo Petroquímico Cangrejera. (Scodelaro, 2017).

Desde 2016 se tienen 16 plantas fuera de operación por falta de competitividad, de mercado o falta de materia prima, las cuales siguen formando parte de los activos de PEMEX Petroquímica. El cierre obedece a que su operación no genera ingresos suficientes para cubrir ni siquiera los costos variables. Por ello, PEMEX Petroquímica debe enfocarse en mejorar su desempeño operativo para la elaboración de un grupo selecto de productos, y realizar inversiones y / o alianzas. (Petróleos Mexicanos, 2016).

III. 3. 1. Volumen de producción y comercio exterior.

En la Figura No. 6 se muestra el volumen de producción y comercio exterior en base a la información del sistema de información energética de la SENER y el sistema de información de comercio exterior SICM de la Secretaría de Economía.

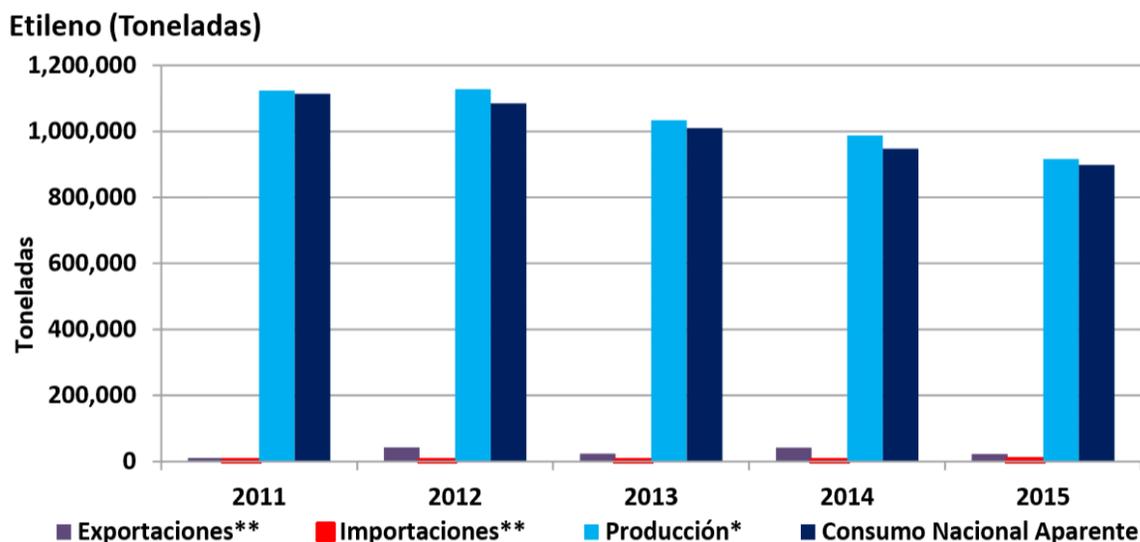


Figura No. 6 Volumen de producción y comercio exterior (ANIQ, 2016).

En la Figura No. 7 se muestran los datos con los que se elaboró la gráfica del volumen de producción y comercio exterior.

Etileno (Toneladas)				
Años	Producción*	Importaciones**	Exportaciones**	Consumo Nacional Aparente
2011	1,124,000	61	10,250	1,113,811
2012	1,127,791	79	42,774	1,085,095
2013	1,033,691	528	24,032	1,010,187
2014	987,667	1,897	41,880	947,684
2015	916,600	3,877	22,214	898,263

Fuente: *Sistema de Información Energética de la SENER.
 ** Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Figura No. 7 Datos de volumen de producción y comercio exterior (ANIQ, 2016).

El volumen de producción en el año 2015 tuvo un decremento respecto al 2014 de (-) 7.2 %, las importaciones avanzaron 104.4 %, y las exportaciones reportaron de descenso de (-) 47 % como resultado de lo anterior, el consumo nacional aparente decreció (-) 5.2 %.

III. 3. 2. Balanza comercial.

En la Figura No. 8 se muestra la balanza comercial del etileno con base en el sistema de información de comercio exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

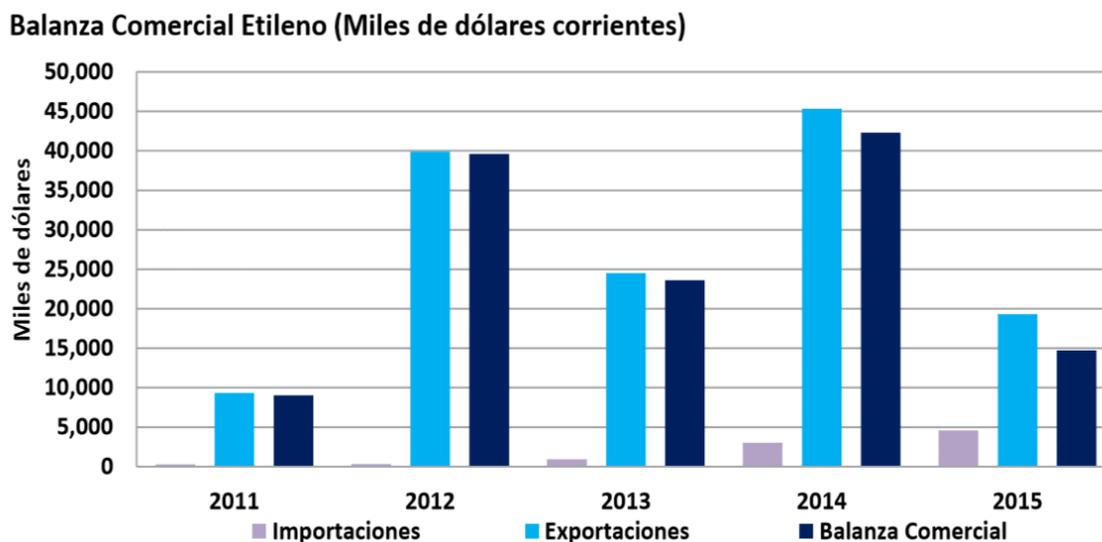


Figura No. 8 Balanza comercial del etileno (ANIQ, 2016).

En la Figura No. 9 se muestran los datos con los que se elaboró la gráfica de la balanza comercial del etileno.

Etileno (Miles de dólares corrientes)			
Años	Importaciones	Exportaciones	Balanza Comercial
2011	265	9,301	9,036
2012	304	39,910	39,606
2013	911	24,509	23,598
2014	3,006	45,324	42,317
2015	4,592	19,328	14,736

Fuente: Con base en el Sistema de Información de Comercio Exterior (SICM) de la Secretaría de Economía.

Figura No. 9 Datos de la balanza comercial del etileno (ANIQ, 2016).

En la comparación del año 2015 contra el inmediato anterior, la balanza comercial presentó un decremento de (-) 65.2 %, las importaciones crecieron 52.7 %, mientras que las exportaciones disminuyeron (-) 57.4 %. (ANIQ, 2016).

III. 3. 3. Déficits de los derivados de etileno.

Actualmente la industria petroquímica domina la mayor parte de la producción de químicos y los mejores márgenes económicos han correspondido a los derivados del gas natural. (PEMEX, 2006).

Como se describe anteriormente el etileno es un hidrocarburo de gran importancia a nivel industria debido a la gran cantidad de productos en los que es la materia prima fundamental, esta cadena petroquímica es la de mayor valor agregado y aporta riqueza económica, por lo que se considera altamente estratégica. La mayor parte que se comercializa es a través de sus derivados como el polietileno, estireno, glicoles, cloruro de vinilo.

En las Figuras No. 10 y 11 se muestran los graficos de la producción y demanda en millones de toneladas de los principales derivados del etileno: polietileno, estireno, glicoles y cloruro de vinilo.

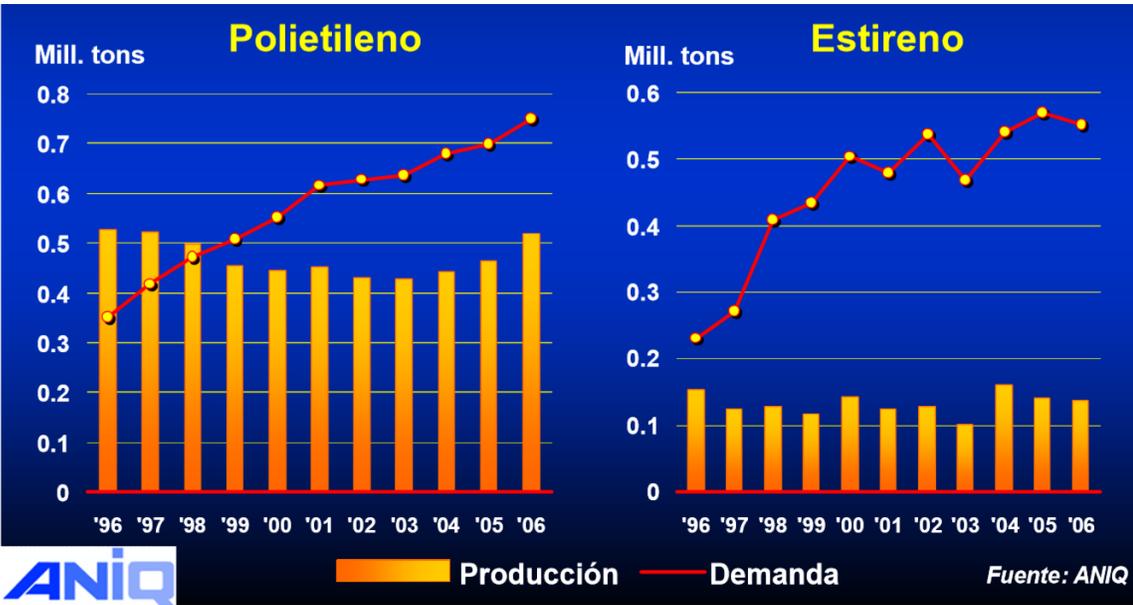


Figura No. 10 Déficit en el polietileno y estireno (ANIQ).

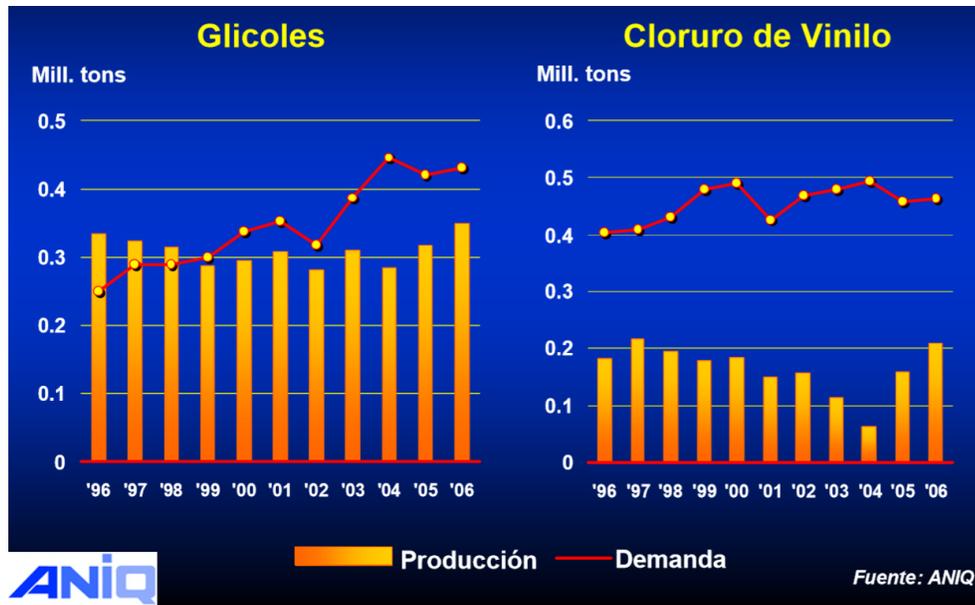


Figura No. 11 Déficit de los glicoles y cloruro de vinilo (ANIQ).

De forma general, en los gráficos se observa que la producción de polietileno, estireno, glicoles y cloruro de vinilo es insuficiente para satisfacer la demanda que solicita la industria mexicana para satisfacer las necesidades del país.

Capítulo IV: Consecuencias en la industria mexicana por el desabasto de etileno y propuestas para reducir el problema

IV. 1. Impacto por el desabasto de insumo para la industria.

Desde el 2015 la industria petroquímica enfrenta el desabasto de materias primas por parte de Petróleos Mexicanos, pero ahora la situación es de riesgo.

El presidente de la Asociación Nacional de Industria Química (ANIQ), Patricio Gutiérrez, dijo que la gravedad del problema le está costando a cada empresa en promedio 20 por ciento de sus ingresos. Explicó que se debe principalmente a un decremento en la producción de gas natural, pues de metano, que es uno de sus componentes, se sacan productos que van a fertilizantes como el amoníaco, y otro de sus componentes, el etano del que se derivan otras materias primas como el polietileno.

La producción de derivados del metano, etano y aromáticos se redujo en 2015 en más de un millón 400 mil toneladas, mientras que de enero a agosto de 2016 es de un millón de toneladas adicionales.

Otro factor que ha impactado en la falta de insumos son los accidentes que tuvo PEMEX durante 2016 y en 2015 en algunas de sus plataformas, que no se han restituido, eso afecta en el sentido de que el gas natural del mar hacia tierra no este llegando.

Los productos derivados del etileno que presentan mayor escases son el óxido de etileno, polietileno y monómero de estireno. Derivado del deficiente abasto han tenido que recurrir a la importación, lo cual encarece los productos entre 3 y 5 por ciento, además de que las empresas pierden competitividad.

El balance de la ANIQ de 2015 contra 2014 muestra el impacto de la reducción de proveeduría y la pérdida de competitividad, pues la producción del sector decreció en 2 mil millones de dólares. Y el valor de las exportaciones cayó 27 %, lo que significa 3 mil millones de dólares.

Mientras que el consumo nacional fue menor en 8 %, equivalente a casi 3 mil 200 millones de dólares, con lo que se rompió una racha de crecimiento sostenido por más de 15 años consecutivos. El déficit de la balanza comercial superó por segundo año consecutivo 20 mil millones de dólares. (Tapia, 2016).

La crisis financiera que enfrenta PEMEX alcanzó a cinco firmas privadas que no reciben el suministro suficiente de etileno, propileno y otros petroquímicos básicos para producir plásticos o pinturas, por la reducción en la producción de gas natural por parte de la empresa productiva del estado.

Ante esto Alpek, Mexichem, BASF, Braskem – Idesa y Pochteca tienen que importar estos insumos, que al sumarles el gasto logístico aumentan hasta 20 % sus costos operativos, según información de la Asociación Nacional de la Industria del Plástico (ANIPAC).

El etileno y propileno son dos insumos que provienen del gas natural y que solo provee PEMEX en México. Sin embargo, en el primer cuarto de 2016, el suministro de gas natural de la empresa productiva del estado disminuyó 10 %. Además, datos del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet, revelan que la importación de químicos orgánicos subió en los primeros cuatro meses de 2016 un 32 %, la tasa más alta para un periodo igual desde que se tiene registro.

Juan Antonio Hernández, presidente de la ANIPAC, advirtió que los mayores costos de operación de las empresas se trasladarán a los consumidores, pues los procesadores de resinas para hacer vasos, platos, bolsas y botellas, entre otros productos, no pueden absorber los incrementos.

“(Los costos más altos) Es un riesgo principalmente para las pymes del sector, las cuales representan 80 % de la industria (al sumar más de 2 mil 500), mientras que las grandes se pueden ayudar de las exportaciones”, dijo Hernández. (Sánchez, 2016).

La baja oferta de etileno de PEMEX para la fabricación de plástico en México, han provocado que las empresas de este sector químico tengan que importar la materia prima de Estados Unidos, lo que combinado con el dólar caro, han disparado su costo

de operación y puesto en riesgo su viabilidad, dijo Juan Antonio Hernández León, presidente de la ANIPAC.

En entrevista, el ejecutivo destacó que en seis meses el costo del kilo de etileno pasó de 22 pesos a 30 pesos, una alza de 36 %. Agregó que la reducción en el costo de los energéticos, como la electricidad, no es palpable para las empresas de esta industria.

“Los incrementos se han trasladado al consumidor final, al reflejarse en los precios de las grandes cadenas de autoservicio y en los ‘changarros’, en cuestión de la industria no puedes dejar de impactarlo, y es ahí donde los más grandes le quitan mercado a los pequeños, acortando sus ingresos”, considero Hernández León. (Packaging, 2016).

Las empresas petroquímicas en México tienen una reducción de hasta 20 % en sus ingresos por desabastecimiento de materia prima por la baja producción de gas natural y petróleo por parte de PEMEX, dijo Patricio Gutiérrez, presidente de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ).

En la inauguración de la edición 48 del Foro Nacional de la Industria Química, el también consejero delegado en el consejo de administración de Grupo Idesa dijo que están faltando químicos básicos como monómeros, óxido de etileno, amoniaco, entre otros, provocando que muchas empresas tengan que importarlos, elevando sus costos. “Pero hay materias que no puedes traer del extranjero porque resultan muy peligrosas, por lo cual tiene que importar el producto final que sacarían de sus procesos para no perder clientes”, destacó el directivo.

Agrego que incluso el consumo nacional aparente se redujo 8.0 % en lo que va de este año, derivado de que los clientes finales tienen que importar su material.

“Esto le pega a toda la industria, pero alrededor de 15 compañías que son las que no pueden importar, son las que tienen la principal afectación por la baja producción de PEMEX”, destacó Gutiérrez. (Sánchez, 2016).

IV. 2. Afectación a la competitividad de la industria nacional.

La competitividad a nivel macroeconómico se define como la capacidad de las empresas de vender más productos y / o servicios y de mantener o aumentar su participación en el mercado, sin necesidad de sacrificar sus utilidades. Para que realmente sea competitiva una empresa, el mercado en que mantiene o fortalece su posición tiene que ser abierto y razonablemente competido.

Dos son las estrategias que las empresas siguen para mantener sus ventajas: operar con bajos costos a precios competidos y generar productos diferenciados que obtengan precios superiores en mercados segmentados.

La competitividad a nivel nacional puede ser del orden productivo y del orden financiero. La competitividad productiva refleja la capacidad del país para competir efectivamente en su producción local de bienes y servicios cara a cara contra la oferta externa, tanto en los propios mercados como en el exterior. La competitividad financiera refleja la capacidad del país para atraer capital del exterior y retener al capital local dentro las propias fronteras.

Dentro de la política macroeconómica los aspectos fundamentales para mantener un entorno competitivo son la política cambiaria, la de déficit público y la de déficit externo. (Hernández, 2000).

La cadena productiva del etileno al poseer gran importancia en la industria del país y al tener niveles insostenibles que pone en riesgo la competitividad tanto de las pymes como de las grandes empresas, enfrentan el desabasto de materia prima que es de suma importancia en sus procesos productivos.

En México el impacto principalmente económico que tiene la deficiencia de este producto petroquímico es el aumento de las importaciones lo cual también representa un riesgo debido a la naturaleza del material y el decremento de las exportaciones, lo que genera un déficit considerable en la balanza comercial.

Mientras que las industrias que enfrentan el problema de suministro de este insumo es la elevación de las importaciones, el aumento en el costo el cual ha tenido un

comportamiento de incremento gradual, lo que en algunos casos genera que al tener que producir y al no contar con la cantidad necesaria para abastecer el proceso se deba reducir la utilidad hasta donde sea posible, generando una baja en su producción y en sus ingresos; incrementa los costos de operación y un aumento en los costos del producto final que afecta directamente a los consumidor final y por tanto a la economía nacional.

Algunas de las muchas empresas que se han visto afectadas son:

Mexichem tiene un joint – venture con PEMEX para la operación de la planta de Pajaritos, de donde se obtiene etileno para producir PVC. La explosión de esa planta en abril de 2016 afecto el suministro del insumo, por lo que tuvo que buscarlo en otro lado.

BASF, productora de pinturas en México, Michael Stumpp, CEO de la firma, dijo que tuvieron que elevar la importación de insumos a más de 80 % ante el desabasto.

Braskem – Idesa, que inicio la operación de su planta de Etileno XXI, tuvo problemas de suministro con PEMEX durante 45 días.

Pochteca, distribuidor de químicos en México, dijo en su reporte al primer cuarto del 2016 que la baja producción de petróleo en México y Brasil bajo en 5 % sus flujos. (Sánchez, 2016).

IV. 3. Propuestas para reducir el problema.

Ante la necesidad de responder al desabasto de este producto petroquímico que es fundamental en los procesos productivos de las empresas en donde es una materia prima o un intermedio, en la producción de productos que satisfacen necesidades o deseos de los consumidores, se plantean las siguientes propuestas:

1.- Estudiar la viabilidad técnico – económica de la instalación de una planta productora de etileno a partir del maíz.

Ante la afectación por el desabasto de etileno la industria mexicana tiene que buscar alternativas que sean funcionales, el gran reto es sustituir materias primas o

intermedios para continuar llevando los productos al mercado con la misma calidad para no afectar a los clientes.

En un estudio realizado en la Universidad de Sevilla en 2015 y realizando las conversiones de euros a pesos mexicanos se obtuvo una estimación del costo total de los equipos de la planta de \$440.44 millones y siendo el costo del terreno un 10 % del costo total de los equipos se establece que el costo total de instalación es de \$484.37 millones.

Los costos de operación anual de la planta para un precio de etanol típico de \$13.05 / Kg, tenido un costo total de los servicios de 2552.15 millones de pesos anuales.

En el estudio de viabilidad se estima un precio de venta del etileno de \$28.28 / Kg por lo que se obtendrán ingresos de \$2827.5 millones anualmente. El plazo de recuperación de la planta es rentable para estos precios. Esta inversión es para un precio fijo de etileno, pero este precio no es fijo ya que depende del precio del petróleo y por lo tanto el precio del etileno cambia a lo largo del año. (Calvo, 2015).

2.- Planes estratégicos adecuados para la administración de los recursos de la paraestatal Petróleos Mexicanos para reactivar la industria petroquímica.

Si bien el lastre de problemas que tiene la empresa, que ha generado la escasez de no solo el etileno sino la gran cantidad de productos petroquímicos, es debido a su mala administración de los recursos económicos y tecnológicos debido a los intereses personales que han tenido las personas que están al frente.

Se propone realizar una evaluación económica y tecnológica a las plantas y procesos, para hacer modificaciones tecnológicas, aumentar la escala de producción y modernizar las plantas para hacer los procesos más competitivos y eficientes.

Una evaluación integral de los productos derivados del metano, etano y aromáticos para únicamente quedarse con los que sean más rentables y generen mayor utilidad.

3.- Invertir en tecnología para satisfacer las necesidades de las compañías con las que se tiene convenio.

La infraestructura con la que cuenta PEMEX no es eficiente, por lo que es fundamental invertir en tecnología más avanzada o licenciarla para tener mayor influencia en el mercado, ya que en el caso del etano, materia prima para producir el etileno, Petróleos Mexicanos es la única empresa que puede abastecer al mercado de este producto.

Esto es de suma relevancia ya que tal es el caso del proyecto Etileno XXI que pide a PEMEX que sus plantas operen al máximo, ya que el suministro de materia prima depende de la empresa paraestatal y en varias ocasiones han presentado el desabasto de materia prima, lo que genera la limitación de la operación de la planta y por tanto que no se satisfaga al mercado en el tiempo oportuno para responder a sus necesidades.

En México, el etileno cuya producción mundial es de 170 millones de toneladas al año, de los cuales se produce 1.2 millones de toneladas al año, es considerado la columna vertebral de la industria petroquímica en el mundo, debido a la cantidad de productos de consumo que se obtienen.

Desde 2010, especialistas del IMP y PEMEX participan en un proyecto tecnológico cuyo fin es la creación y aplicación de un nuevo proceso para la obtención y producción de etileno. De este proyecto resultó la creación del proceso IMP-OXYLENE, así como un nuevo catalizador, el IMP-ODECAT-01 (primera generación).

La inversión a nivel industrial dependerá de la capacidad de la planta que quiera hacer PEMEX. “Por ejemplo, si queremos una planta de producción de etileno de medio millón de toneladas por año, la inversión será de aproximadamente de 470 millones de dólares; esta cantidad es menor a una planta pirolítica de la misma capacidad de producción, la cual cuesta alrededor de 850 millones de dólares”.

Tras asegurar que con la instalación de esta planta con el proceso IMP-OXYLENE, utilizando el catalizador IMP-ODECAT-01, se ofrecerá a PEMEX una competitividad y posicionamiento importante en el mundo en el área de producción de etileno. (IMP, 2015).

Conclusiones

La industria petroquímica es esencial, a pesar de que la mayoría de sus productos no llegan de forma directa al consumidor final son la base para generar infinidad de productos que se utilizan en la vida cotidiana y tienen gran utilidad para la sociedad, esta industria juega un papel fundamental en la estructura económica moderna.

En México los recursos petroleros se encuentran a cargo de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos, que se encuentra estancada debido a problemas que ha tenido que enfrentar. La mala administración y las decisiones inadecuadas que se han tomado, limitan el crecimiento de la industria en el país generando la pérdida de competitividad. Esta es una situación grave ya que el país ha sido rebasado por países que no tienen gas, ni petróleo y que aun así son más productivos.

Este ramo de la industria posee el potencial para posicionarse a nivel internacional, sin embargo el estancamiento de la industria que ha generado la deficiencia de productos petroquímicos en el mercado ha sido provocado por las siguientes causas:

- Restricción de presupuesto y la escasa inversión para investigación, desarrollo tecnológico e innovación.
- La división artificial de productos petroquímicos en primarios y secundarios genera que la industria opere en cadenas productivas desintegradas, sin crecimiento y competitividad, con el único objetivo de adelgazar al Estado.
- La baja productividad y eficiencia para operar de acuerdo a su capacidad instalada, que aumenta la deuda y caída en los ingresos.
- Esta industria requiere tecnología compleja y en el país se carece de modernización y expansión, contando únicamente con tecnología obsoleta e investigación tecnológica marginal sin olvidar los rezagos en la infraestructura.
- Otro gran problema que se ha tenido que importar la materia prima para obtener los productos que demanda la economía.

De los productos petroquímicos que son deficientes en el mercado mexicano están los derivados del metano, etano y los aromáticos.

Del etano se obtiene el etileno, considerado como una cadena altamente estratégica, que es fundamental para la petroquímica debido a su volumen de producción global, importancia en el sector productivo, valor agregado y riqueza, ya que de él se obtiene una multitud de compuestos importantes.

De los derivados del etileno que son insuficientes para cubrir la demanda de la industria mexicana son el óxido de etileno, polietileno, monómero de estireno y cloruro de vinilo. Dicha deficiencia se analiza desde la materia prima, debido a que el abastecimiento de gas natural es la raíz del problema. En México las plantas de etileno tienen tecnología obsoleta y se han cerrado por falta de competitividad, al no generar ingresos. Como consecuencia a la economía nacional es un crecimiento en las importaciones y disminución en las exportaciones, resultando un considerable déficit en el consumo nacional aparente y en la balanza comercial.

Las consecuencias a las que se tienen que enfrentar la industria mexicana por el desabasto de insumos aunado a la pérdida de competitividad son:

- Las empresas han tenido que recurrir a la importación, lo que provoca que se encarezcan los productos debido a que se disparan sus costos y pone en riesgo su viabilidad, el incremento en los costos se traslada directamente a los consumidores.
- Afectaciones a sus ingresos debido al aumento en sus costos operativos. Los altos costos son un riesgo para las pymes debido a que no pueden absorber los incrementos. Las grandes empresas se pueden ayudar de la exportación de sus productos.
- Por razones técnicas, altos costos, riesgo en el transporte y ante el abasto insuficiente de productos petroquímicos, con la finalidad de no perder clientes, las empresas tienen que importar el producto final.

Las empresas sacrifican utilidades hasta donde sea posible, genera baja producción e ingresos; incrementando los costos de operación, afectando al consumidor final y la economía nacional.

Es impredecible que la industria petroquímica pueda fortalecerse por lo que se hacen las siguientes recomendaciones con la finalidad de abastecer de insumos a la industria mexicana para contribuir a disminuir el problema:

- Estudiar la viabilidad técnico económico para instalar una planta productora de etileno a partir de maíz.
- Realizar un plan estratégico que permita una adecuada administración de Petróleos Mexicanos y la correcta toma de decisiones para reactivar la industria petroquímica en México.
- Invertir en tecnología y desarrollo tecnológico tanto en PEMEX como en el sector privado.

Bibliografía

Aguilar, E., et. al. *Capítulo 4 Petroquímica*. En perspectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025 (pp. 96 – 115).

Aguilar, E. (2008). *Reflexiones sobre la reforma energética en el caso de la tecnología para la industria petrolera*. México: Senado de la Republica.

Alto nivel. (2018). *PEMEX vende su negocio de vinilo a Mexichem por 3346 mdp*.

Armenta, L. (Octubre 2008). *La industria petroquímica y la estrategia de desarrollo industrial en México*. Comercio Exterior, Vol. 58, Núm. 10, pp. 697 – 707.

ANIQ. (2015). *70 % de productos petroquímicos consumidos en México son importados*. El Financiero.

Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). (2016). *Capítulo 09. La industria petroquímica*. Anuario estadístico, pp. 99 – 127.

Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). *Relevancia de la industria química*. Comisión Reguladora de Energía.

Bischoff, R. (2010). *Etileno XXI Factores de competitividad en México*. XLII Foro Nacional de la Industria Química. Braskem – Idesa S. A. P. I.

Calvo, F. (2015). *Ingeniería básica de una planta de producción de etileno a partir de etanol de maíz*. España: Universidad de Sevilla.

Carreón, V. et. al. (2012). *“PEMEX: ¿La no empresa de todos los mexicanos? Porque PEMEX no es una verdadera “empresa pública” y porqué debe serlo”*. CIDE. México.

Chávez, M. (2009). *Implicaciones de las reformas energéticas de 1973 – 2008. Naturaleza y régimen fiscal de PEMEX*. El Cotidiano, pp. 49 – 58. 27, Marzo 18, De CONRICYT Base de datos.

Cruz, N. (2018). *México vive crisis por producción de gas natural*. El Universal México.

De María, M. (2017). *Auge, caída y oportunidades de la industria química y petroquímica en México*. El Financiero.

Escobar, C. (2009). *La industria petroquímica (ipq): situación actual y planeación estratégica*. Coloquio especialidades.

Escobar, C. & Puente, L. *La planeación estratégica y la restitución del valor agregado de la industria petroquímica en México*. Estado del arte y prospectiva de la ingeniería en México y el Mundo. 2018, Marzo 14, De CONACYT Base de datos.

Foro PEMEX. (2016). *Situación financiera de PEMEX*.

García, K. (2018). *Petroquímica vive su mayor déficit desde el 2014*. El Economista México.

Góngora, J. (2011). *La petroquímica en México y en el mundo*. Comercio Exterior Bancomext, pp. 10 – 13.

Hernández, E. (2000). *La competitividad industrial en México*.

Instituto Mexicano del Petróleo. (2015). *Se desarrolla tecnología catalítica de punta para producir etileno*. México.

Lajous, A. (2018). *PEMEX en crisis*. NEXOS.

Laub, A. & Pomatailla, F. (2011). *¿Por qué debe desarrollarse la petroquímica en el Perú? ¿Es suficiente la política de incentivos dictada por el Estado para su implementación?* Circulo de derecho administrativo, pp. 147 – 164.

Martínez, E. (2013). *PPQ afirma que la Reforma Energética favorecerá a la industria petroquímica*. PetroQuiMex.

Mejía, E. (2009). *Evolución histórica de la historia de la industria petroquímica mexicana*. En *La competitividad de la industria petroquímica mexicana*, pp. 96 – 97. México: Instituto Politécnico Nacional.

Mejía, E. (2016). *Carece de eficiencia y rentabilidad la industria petroquímica en México*. PetroQuiMex, pp. 44 – 45.

Monjarás, J. *Gas natural el nuevo panorama*, Noviembre 11, 2018. Market & Lifestyle Real Estate.

Morales, A. (2013). *Estudio y análisis del proyecto: Etileno XXI*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Muciño, F. (2015). *Lo bueno, lo malo y lo feo de la reforma energética*. Forbes México.

Packaging. (2016). *Plástico en riesgo por el desabasto de PEMEX: ANIPAC*, Noviembre 15, 2018. Sitio web: <http://www.packaging.enfasis.com/notas/75293-plastico-riesgo-el-desabasto-pemex-anipac>

PEMEX. (2016). *6 claves para entender que está pasando con PEMEX*. El Financiero.

PEMEX Petroquímica. (Abril, 2008). *Aportaciones al debate sobre la Reforma Energética. PEMEX y el futuro de la petroquímica en México*. Academia de Ingeniería México.

Petróleos Mexicanos. (2006). *Petroquímica*, Marzo 20, 2018. Sitio web: www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/6970/Petroquimica_final.pdf

Petróleos Mexicanos. *Términos usados en la industria petrolera*. Base de datos institucional.

Petróleos Mexicanos. (Abril 2016). *Informe Anual 2015*. Base de datos institucional.

Puyana, A. (2009). *El petróleo y el crecimiento económico ¿un recuento de oportunidades perdidas?* Economía informa, Núm. 361, pp. 95 – 111.

Romo, D. (2016). *La situación de PEMEX ante el contexto de la apertura de la industria petrolera en México*. Análisis Económico, Vol. 31. Num.76. UAM Unidad Azcapotzalco. División de Ciencias Sociales y Humanidades.

Saldaña, S. (2014). *10 consecuencias económicas de la Reforma Energética*. Forbes México.

Sánchez, A. (2018). *Falta de etano limita operación de Etileno XXI en Veracruz*. El Financiero. México.

Sánchez, A. (2016). *Petroquímicas pierden hasta 20 % de ingresos por desabasto de PEMEX*. El Financiero México.

Sánchez, A. (2016). *5 Empresas que pierden química por el desabasto de PEMEX*. El Financiero México.

Sánchez, M., Martínez, N. & Martínez M. (1999). *Industria petroquímica y cambios socioeconómicos regionales en la costa del Golfo de México El caso del sureste de Veracruz*, Investigaciones geográficas, Boletín, Núm. 40, Instituto de Geografía UNAM, México, pp. 127 – 147.

Scodelaro, F. (2017). *Perspectivas del etileno en América Latina – Informe Especial*. Ingenieriaquimica.org

Secretaría de Energía. Subsecretaría de Hidrocarburos. Unidad de Políticas de Transformación Industrial. Dirección General de Gas Natural y Petroquímica. (2018). *Gas natural*.

Secretaría de Energía. Subsecretaría de Hidrocarburos. Unidad de Políticas de Transformación Industrial. Dirección General de Gas Natural y Petroquímica. (2018). *Petroquímica*.

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. (2011). *La petroquímica*. 48 Informe quincenal de la snmpe.

Solís, A. (2018). *EPN: Fin de ciclo. La necesaria reforma energética que incumplió sus promesas*. Forbes México.

Solís, A. (2018). *PEMEX no está en crisis por la reforma energética: Lourdes Melgar*. Forbes México.

Tapia, P. (2016). *Desabasto de materias primas afecta industria petroquímica*. Milenio México.

Última reforma DOF 28 – 11 – 2008. Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.