

**DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA  
(Contribución del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos  
dentro del marco de la Unión Química y la Unión Mexicana de  
Asociaciones de Ingenieros)**

**61 Convención Nacional  
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos**

**Ing. Alejandro Villalobos Hiriart  
Presidente del Comité Técnico de Petroquímica IMIQ  
Tampico Tamaulipas 11 de noviembre de 2022**

# Antecedentes:

El Ing. Juan de Dios Mastachi y el Ing. Héctor Ochoa, han solicitado la asistencia del Comité Técnico de Petroquímica del IMIQ, para efectuar un trabajo que puntualice la problemática a la que se ha enfrentado la Industria Petroquímica en los últimos 9 años y que se propongan, de acuerdo con la experiencia y la situación actual las soluciones para resolverla y fijar un horizonte para su desarrollo en los próximos quince años.

La industria petroquímica se encuentra en una situación actual de crisis sin precedentes por diferentes causas que van desde la falta de una idea concisa de lo que se pretende hacer con esta industria, hasta la falta de inversión; esto ha causado una disminución generalizada en la producción de productos petroquímicos.

La rehabilitación de esta esta industria, creando una nueva industria petroquímica integrada, es fundamental para incrementar la rentabilidad de PEMEX, ya que es la que potencialmente más utilidades producirán en el futuro.

En este trabajo se propondrán soluciones para enfrentar a la disminución de la producción, aprovechando todos los recursos disponibles y se propondrán ideas para disminuir la contaminación al medio ambiente y potenciar la industria.

Se incluirá el eventual aprovechamiento del plantel productivo de las instalaciones de refinación, para la producción de petroquímicos, cuando ya no se requieran los volúmenes actuales de producción de petrolíferos.

# Dedicatoria

Dedico este trabajo a un gran ingeniero mexicano que se destacó con su trabajo en Petróleos Mexicanos en los campos de transformación industrial, el campo de la refinación del petróleo el Ing. José Alberto Celestinos Issacs, cuyo deceso nos ha dejado una huella profunda por su gran aportación a la industria mexicana del petróleo.

## 2.0 Antecedentes históricos en México de la Industria petroquímica

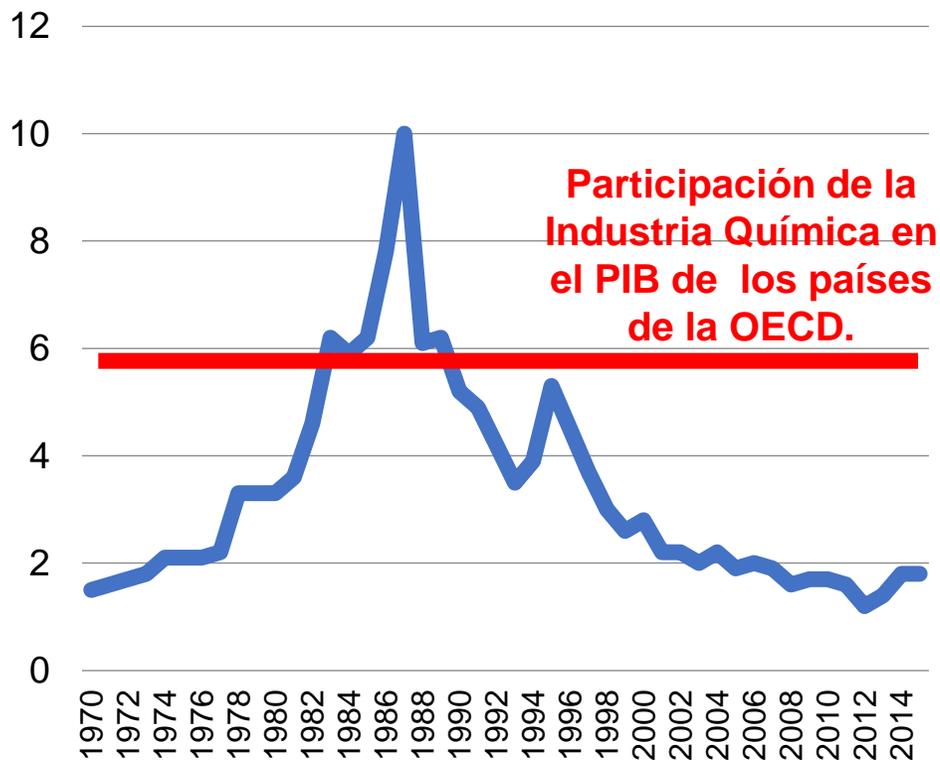
- La industria Petroquímica nacional nace en México con la planta de tetraetilo de plomo, en 1939, en el proyecto Confidencial 1, a cargo del Dr. Teófilo García Sancho y Chacón, planta que consolidó la expropiación petrolera. Teófilo García fue uno de los becarios que completaron sus estudio en Alemania, enviados por el Secretario de Educación Pública de entones, José Vasconcelos. (2)
- En 1951, se arranca en Cuautitlán la primera planta de amoniaco a cargo de Guanos y Fertilizantes de México.
- **El Presidente Adolfo Ruiz Cortines origina la iniciativa de la creación de la industria petroquímica, que consolida el Presidente Adolfo López Mateos, en su administración, creando el marco legal de su operación y estableciendo los limites de Pemex y de las empresas de la iniciativa privada. (2)**
- **Se establece el Marco Legal de la Industria Petroquímica y la Comisión Petroquímica Mexicana en donde se concilian los intereses y las inversiones de la industria estatal y la privada. (2)**
- PEMEX inicia la producción de azufre, en la Refinería de Poza Rica.
- En 1959 se inicia la industria de la Petroquímica en PEMEX con la primera planta de dodecilbenceno, en la Refinería de Azcapotzalco, así como la primera planta de desintegración catalítica (8)
- En 1964 inicia la operación de la Gerencia de Petroquímica.
- En las administraciones de los presidentes Díaz Ordaz, Echeverría y López Portillo se tienen las mayores inversiones en Pemex en el ramo de la petroquímica, disminuyendo sensiblemente en las siguientes 5 administraciones, incluyendo en la actual.

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

## Desde 1964, la producción de productos petroquímicos tuvo un crecimiento sin precedentes, y después comenzó a disminuir

### Participación de la Industria Química como % PIB en México

Fuente: ANIQ (8)

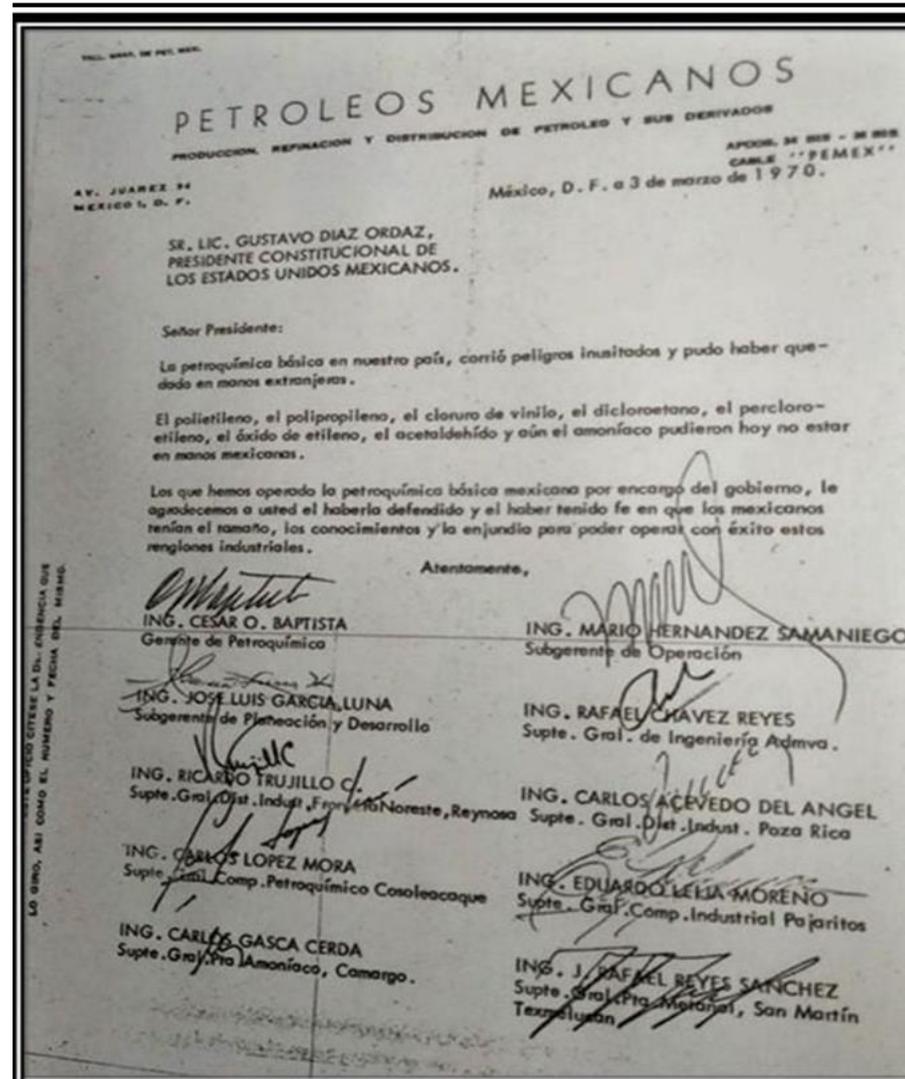


Los lineamientos estratégicos originales que fueron fijados para fundar esta industria, fueron relajándose con el tiempo; el haberse iniciado con la definición de dos sectores claramente definidos, lo que fomentó la creación y el crecimiento de la industria, ocasionó la ruptura de la cadena de valor que es característica de esta industria.

La parte de la industria petroquímica a cargo de PEMEX, fue la más onerosa en costo de capital, pero también la que menos utilidades producía, esta situación originó la impresión de que no se generaba la riqueza esperada y por lo anterior se justificó el ir disminuyendo paulatinamente la inversión, y con ello disminuyeron el suministro de materias primas, y la producción y suministro de petroquímicos a la industria privada, la cual para poder subsistir, comenzó a sustituir los productos nacionales por importaciones crecientes, situación que prevalece actualmente y que deteriora la balanza comercial del país.

Carta de agradecimiento de los principales directivos de la Gerencia de PEMEX Petroquímica, al Presidente Gustavo Diaz Ordaz, en Marzo de 1970, por su apoyo político para la elaboración de productos petroquímicos básicos en PEMEX.

Todos estos directivos eran ingenieros, con una gran experiencia en la industria petrolera y con un compromiso que iba mas allá del período de la administración política del país. Por otro lado, el Presidente respetaba su trayectoria, experiencia y capacidad técnica



# La disminución en la producción de materias primas

La producción de gas amargo ha disminuido, y la contaminación del gas natural con nitrógeno se ha incrementado.

La contaminación del gas amargo con nitrógeno afecta a la producción de gas seco, lo cual ha ocasionado que el poder calorífico del gas seco no cumpla con la especificación de capacidad calorífica, para subsanar este requerimiento se ha requerido vaporizar etano, lo cual ocasiona que se tenga una menor producción de etileno.

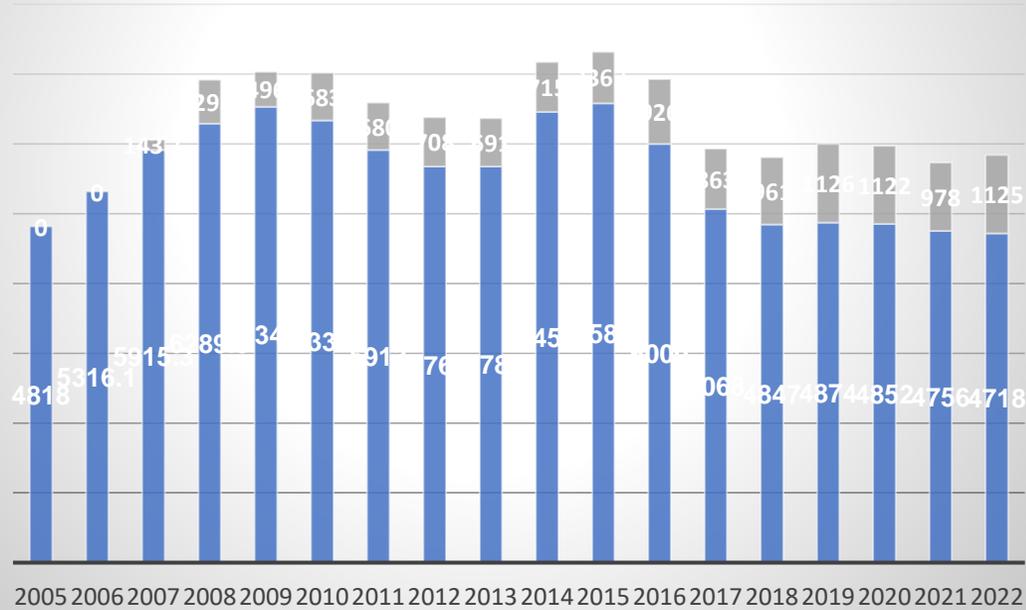
La inyección de nitrógeno tuvo su origen en el proyecto de modernización del campo Cantarell, en donde se definió usarlo para presionar el yacimiento para prevenir la invasión de agua.

La disminución del gas seco producido ha ocasionado un incremento en la dependencia de gas seco importado, lo cual nos hace sumamente dependientes.

Otro elemento negativo de la contaminación del nitrógeno, consiste en la gran cantidad de gas natural enviado a la atmósfera.

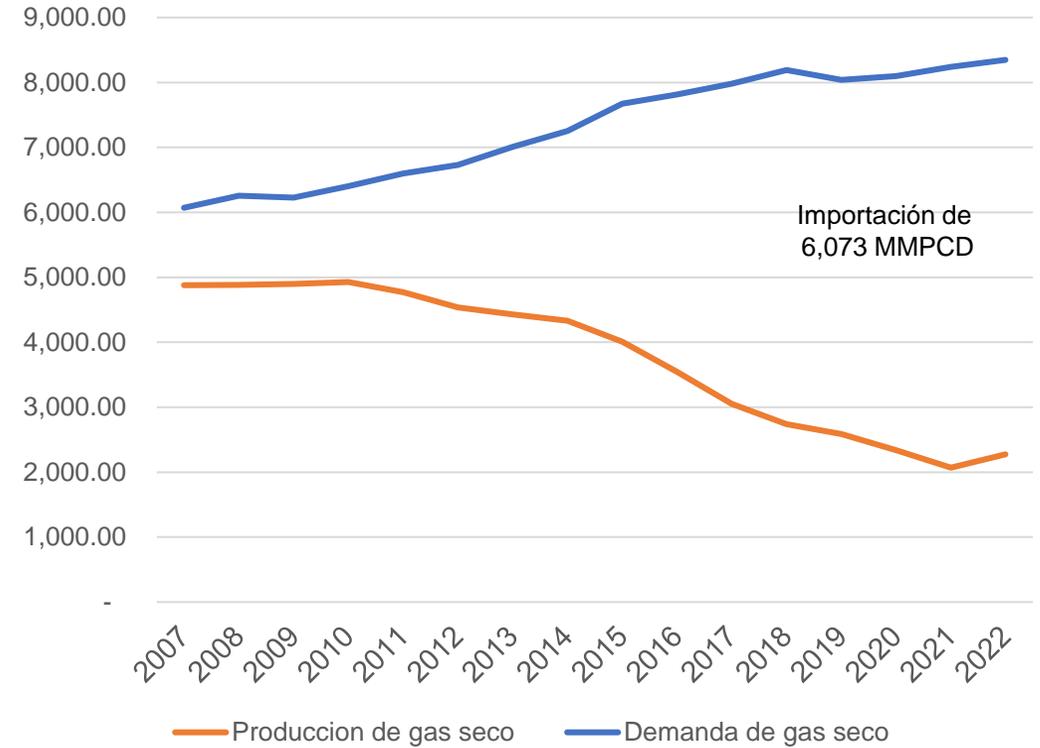
### Producción de gas amargo (MMPCD) y contenido de nitrógeno

Estadísticas e Indicadores Petroleros, PEMEX  
Abril 2022 (MPCD)



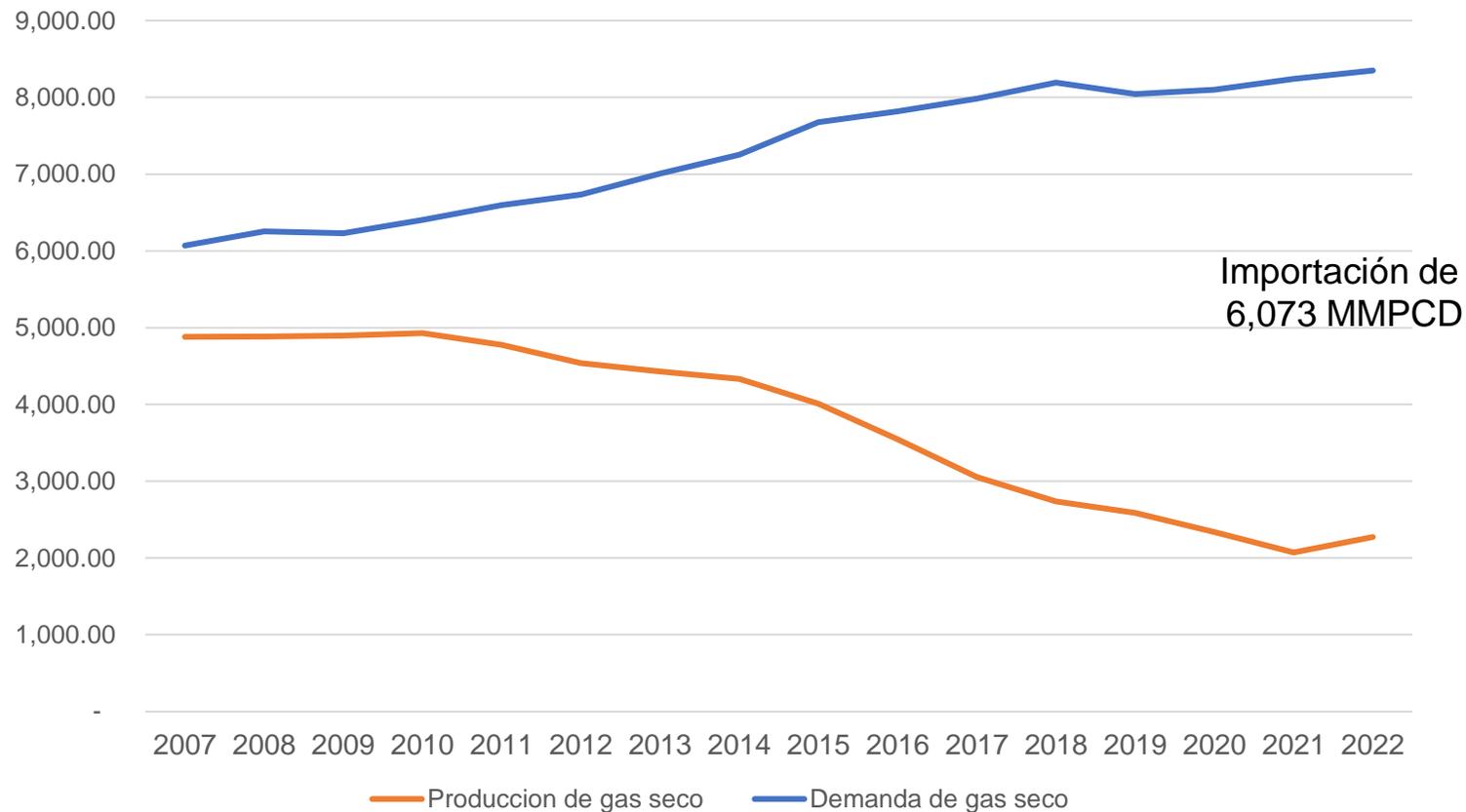
### Consumo nacional de gas natural y producción (MMPCD) en los últimos 14 años

Fuente de información: CNH Prospectiva de gas natural y Estadísticas petroleras Pemex. Julio 2022(10) (11)



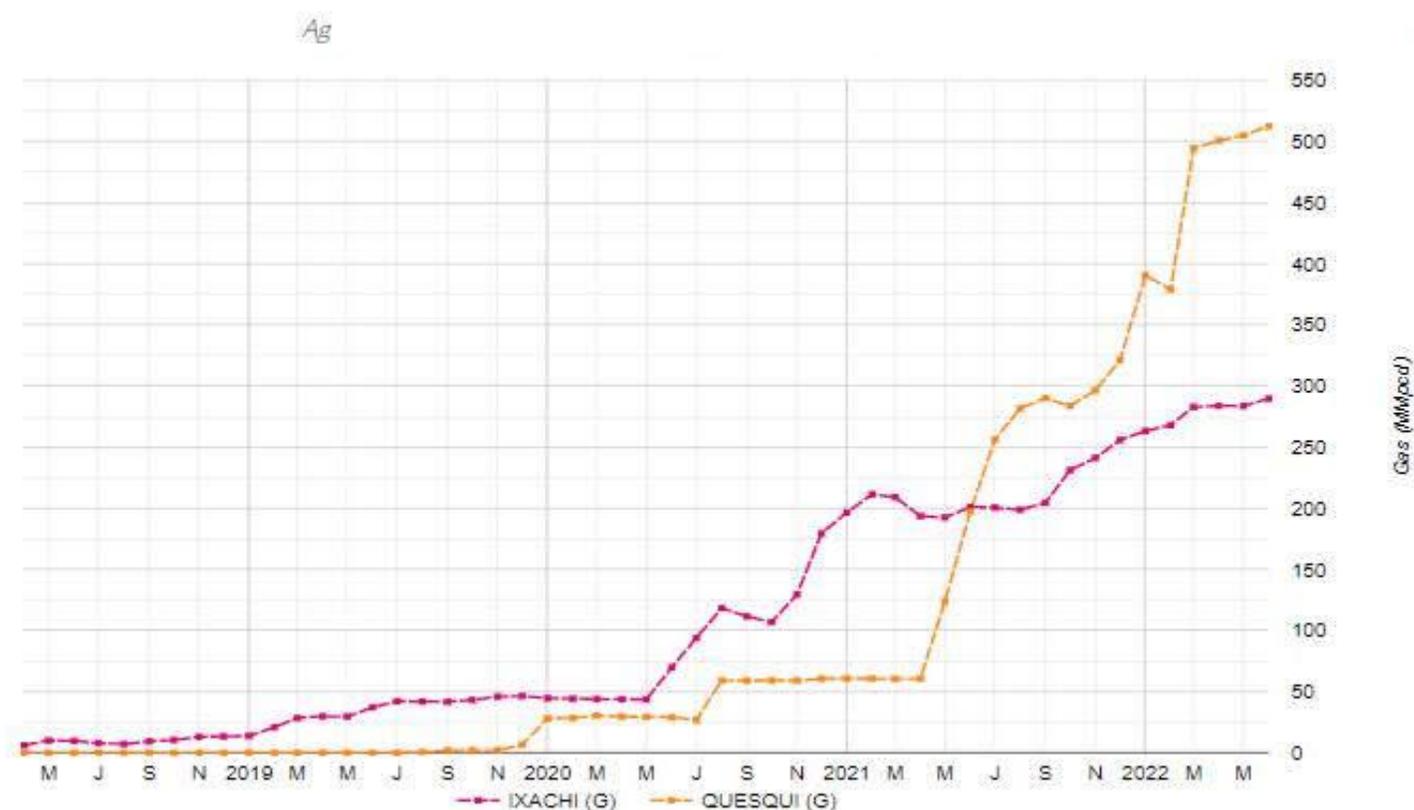
## Consumo nacional de gas natural y producción (MMPCD) en los últimos 14 años

Fuente de información: CNH Prospectiva de gas natural y Estadísticas petroleras Pemex. Julio 2022



De continuar esta tendencia, con base en la consulta pública 2019 del CENAGAS, la proyección de la demanda nacional de gas natural para 2024, sería de 14,500 MMPCD

## La producción de gas natural de los campos de Ixashi y Queski

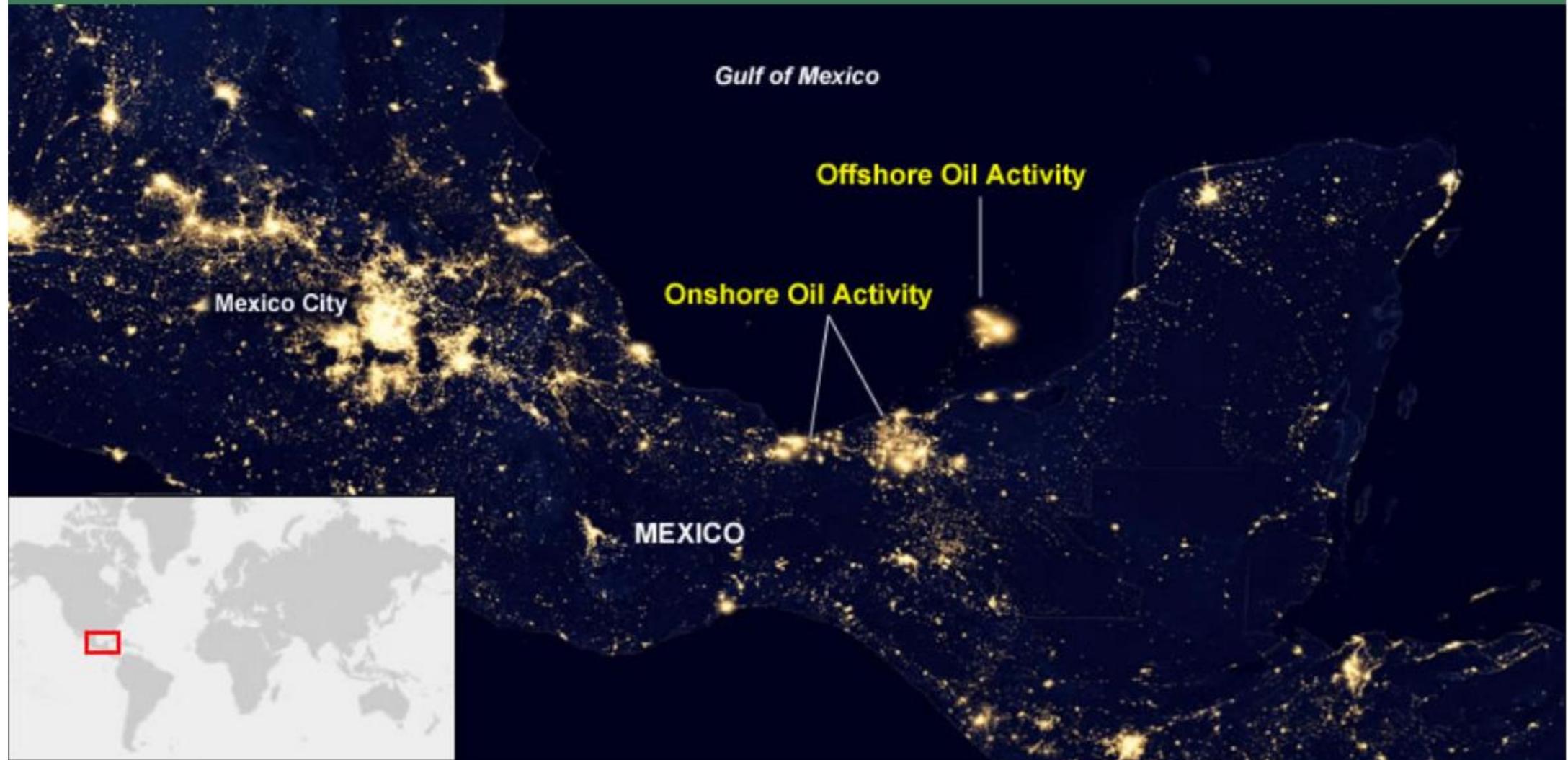


Notas: Petróleo (P), Gas (G), Miles de Barriles Diarios (Mbd) y Millones de Pies Cúbicos Diarios (MMpcd).

Información proporcionada por el  
Ing. Manuel Chávez, a su  
vez obtenida de PEMEX



# Mexican Gulf Coast

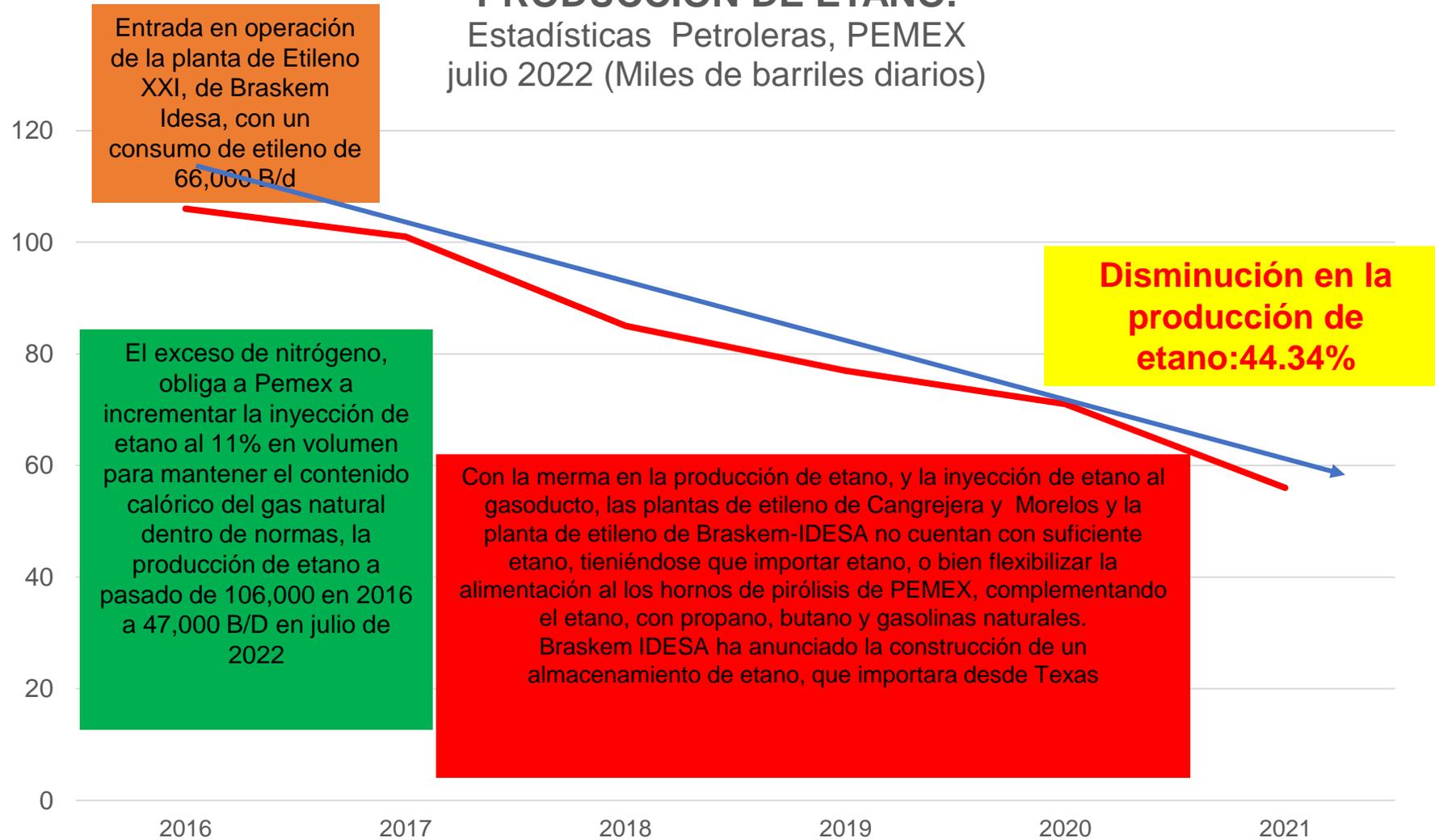


The Mexican Gulf Coast and the Bay of Campeche host a large amount of onshore oil activity and shallow-water offshore drilling. Night illumination and natural gas flaring allow these facilities to be detected by the Suomi satellite. This satellite image was compiled by NASA; the annotations, caption, and inset map were produced by Geology.com.

# Venteos de gas en Abkatún alfa



## PRODUCCIÓN DE ETANO. Estadísticas Petroleras, PEMEX julio 2022 (Miles de barriles diarios)



Entrada en operación de la planta de Etileno XXI, de Braskem Idesa, con un consumo de etileno de 66,000 B/d

El exceso de nitrógeno, obliga a Pemex a incrementar la inyección de etano al 11% en volumen para mantener el contenido calórico del gas natural dentro de normas, la producción de etano a pasado de 106,000 en 2016 a 47,000 B/D en julio de 2022

Con la merma en la producción de etano, y la inyección de etano al gasoducto, las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos y la planta de etileno de Braskem-IDESa no cuentan con suficiente etano, tientiéndose que importar etano, o bien flexibilizar la alimentación al los hornos de pirólisis de PEMEX, complementando el etano, con propano, butano y gasolinas naturales. Braskem IDESA ha anunciado la construcción de un almacenamiento de etano, que importara desde Texas

Disminución en la producción de etano: 44.34%

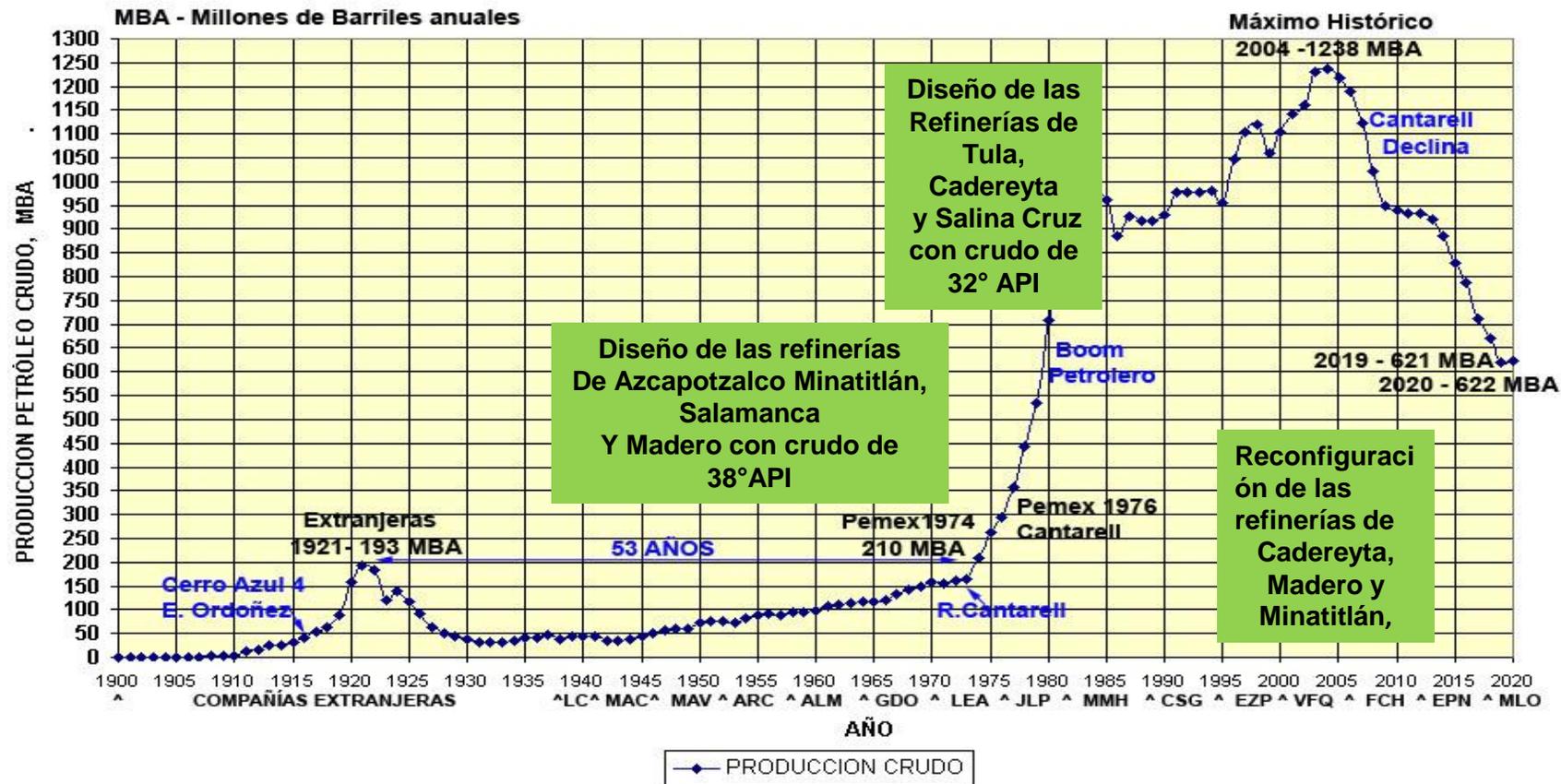
# La disminución en la producción de materias primas

La producción de petróleo ha disminuido y la calidad ha variado con el tiempo, con mayor contenido de asfaltenos, de azufre y metales; esto ha originado una disminución en la producción de petrolíferos, ya que la calidad actual del crudo alimentado es muy diferente al considerado en el diseño de las refinerías, que consideraron como base calidades de crudo mucho más ligeras, lo cual ha ocasionado un exceso de producción de combustóleo de bajo valor.

Para resolver este problema se incluyó en el esquema de procesamiento en refinerías, los procesos denominados de fondo de barril, como son los procesos de hidrocraqueo en Salamanca y en Tula, así como los procesos de coquización retardada en Cadereyta, Madero y Minatitlán.



**GRÁFICA 13** ODUCCION ANUAL HISTÓRICA DE PETRÓLEO CRUDO  
 Compañías extranjeras y PEMEX 1900-2020  
 Fuentes: Colmex, Pemex anuarios, SENER- SIE, Pemex



**TABLA 8: PRODUCCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE DIFERENTES TIPOS DE CRUDO PRODUCIDOS Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA RECONFIGURADA POR PEP, QUE SE ALIMENTA A STI DURANTE 2020, MILES DE BARRILES DIARIOS (14)**

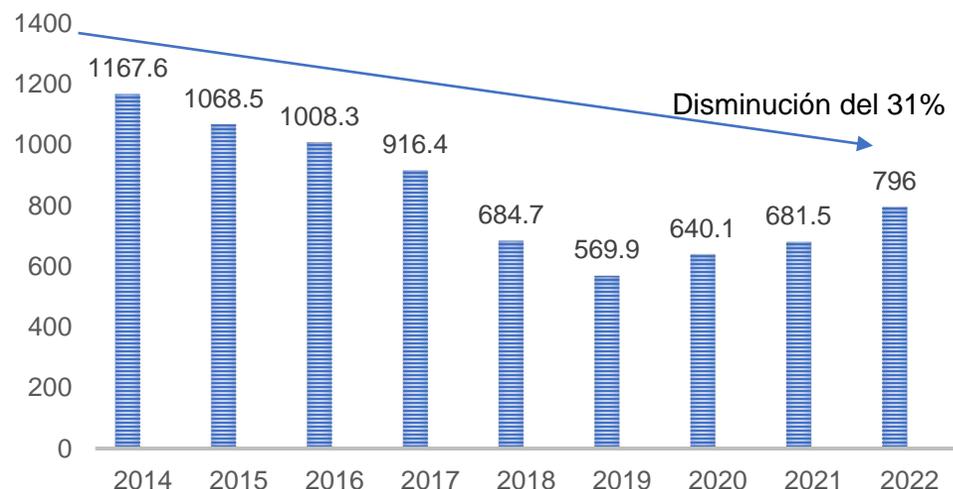
	Extraligero	Ligero	KuMaloobZ	Mezcla Crudos
Producción MBD	165	492	1066	1723
% Vol.	9.58	28.55	61.87	100.00
° API	38	31.9	12.2	20.30
SPGR	0.8348	0.866	0.9847	0.94
% Azufre	0.98	1.867	5.058	3.76
% Asfaltenos	1.06	4.6	21.21	14.54
C Ramsboton % peso	1.82	6.31	15.6	11.63
Niquel PPM	0.77	18.8	88.4	60.13
Vanadio PPM	4.96	102.2	412.1	284.62
LPG % vol.	1	0.54	0.54	0.58
GASOLINA % vol.	29	25.86	4.63	13.03
KEROSENO % vol.	7.5	5.09	6.46	6.17
GASOLEO ATM. % vol	25.5	24.6	15.13	18.83
GASOLEO VAC. % vol.	25.1	23.54	22.95	23.32

**Se iluminan en amarillo a los parámetros fuera del diseño original de las refinerías de STI**

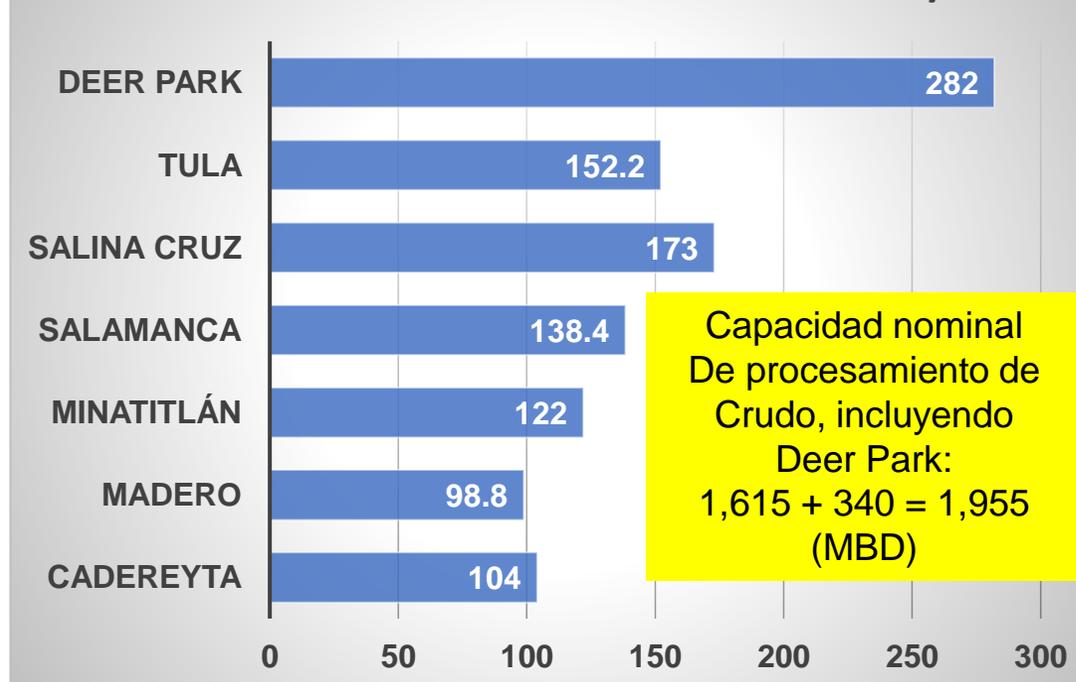
# El proceso de crudo actual en Pemex

Fuente de información: Pemex (10)

## PROCESO DE CRUDO EN PEMEX



## PROCESO DE CRUDO POR REFINERÍA MB/D

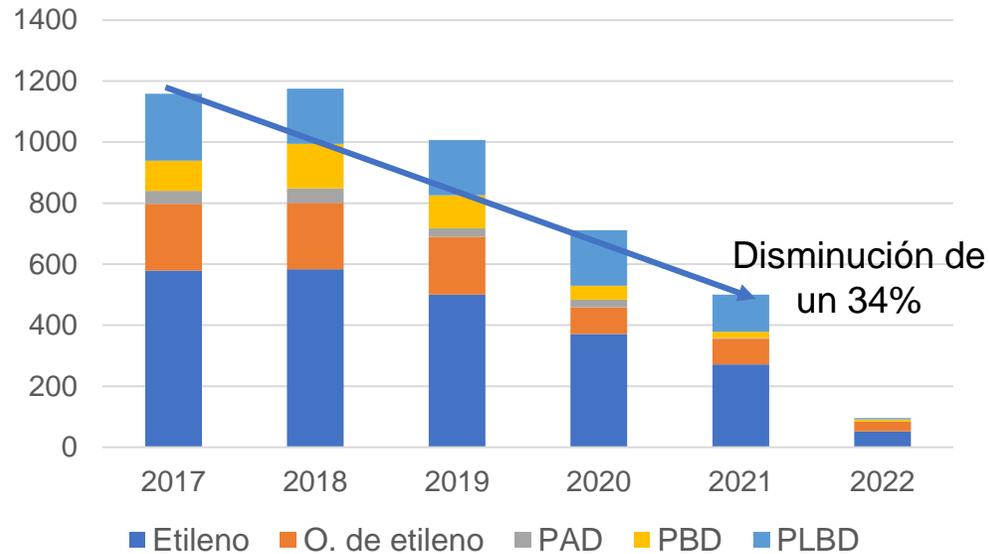


En el Anexo II, se incluye mas información con respecto a la refinación

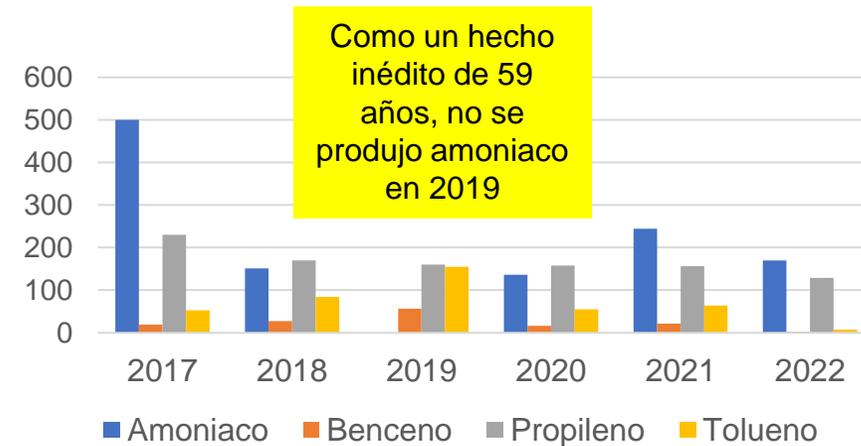
# La producción total de productos petroquímicos en Pemex, disminuyó de 7,425 en 2017 a 4,074 miles de toneladas anuales en 2021 (55%)

Fuente de información: Estadísticas petroleras Pemex, julio 2022

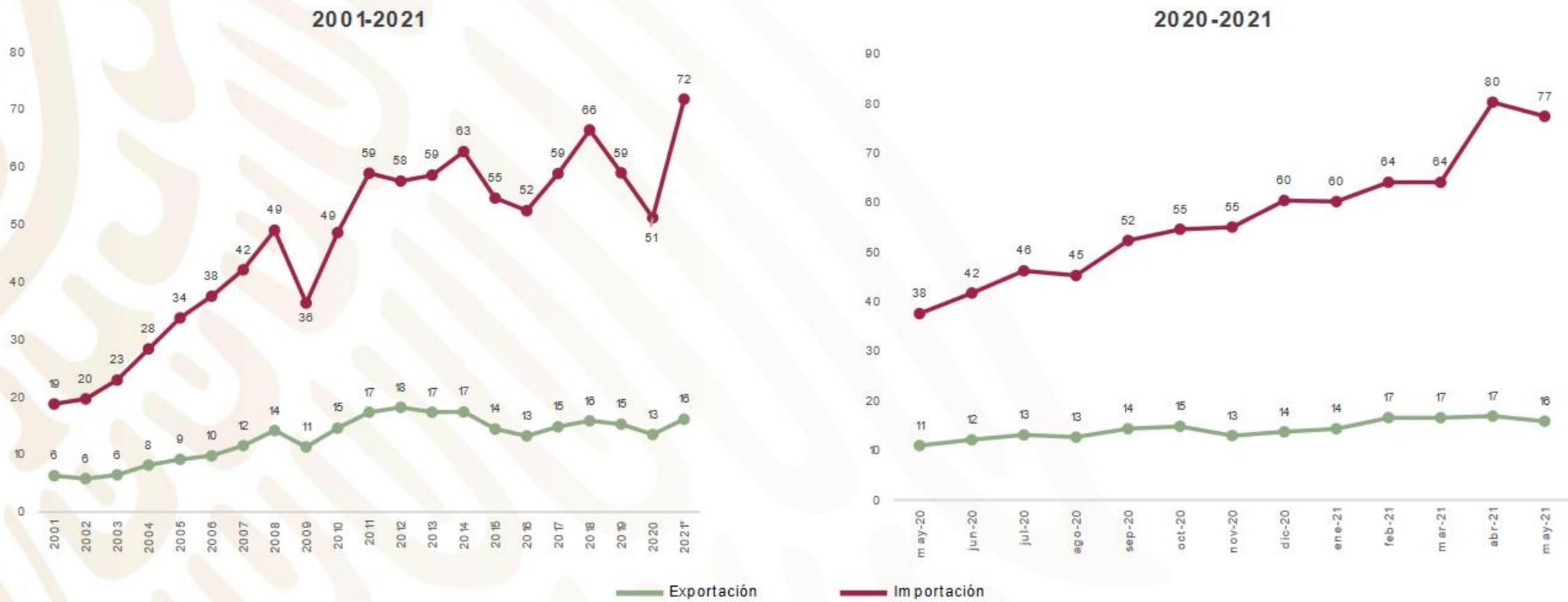
### Grafica 16: Producción de derivados del etileno en Pemex T/A (12)



### Gráfica 17: Producción de derivados de otros petroquímicos en Pemex T/A (12)



### Valor de las importaciones y exportaciones de petroquímicos (MMUSD)



NOTA: (\*) Datos disponibles al mes de mayo de 2021.

FUENTE: Banco de México.

## Los problemas y los resultados de Pemex Transformación Industrial

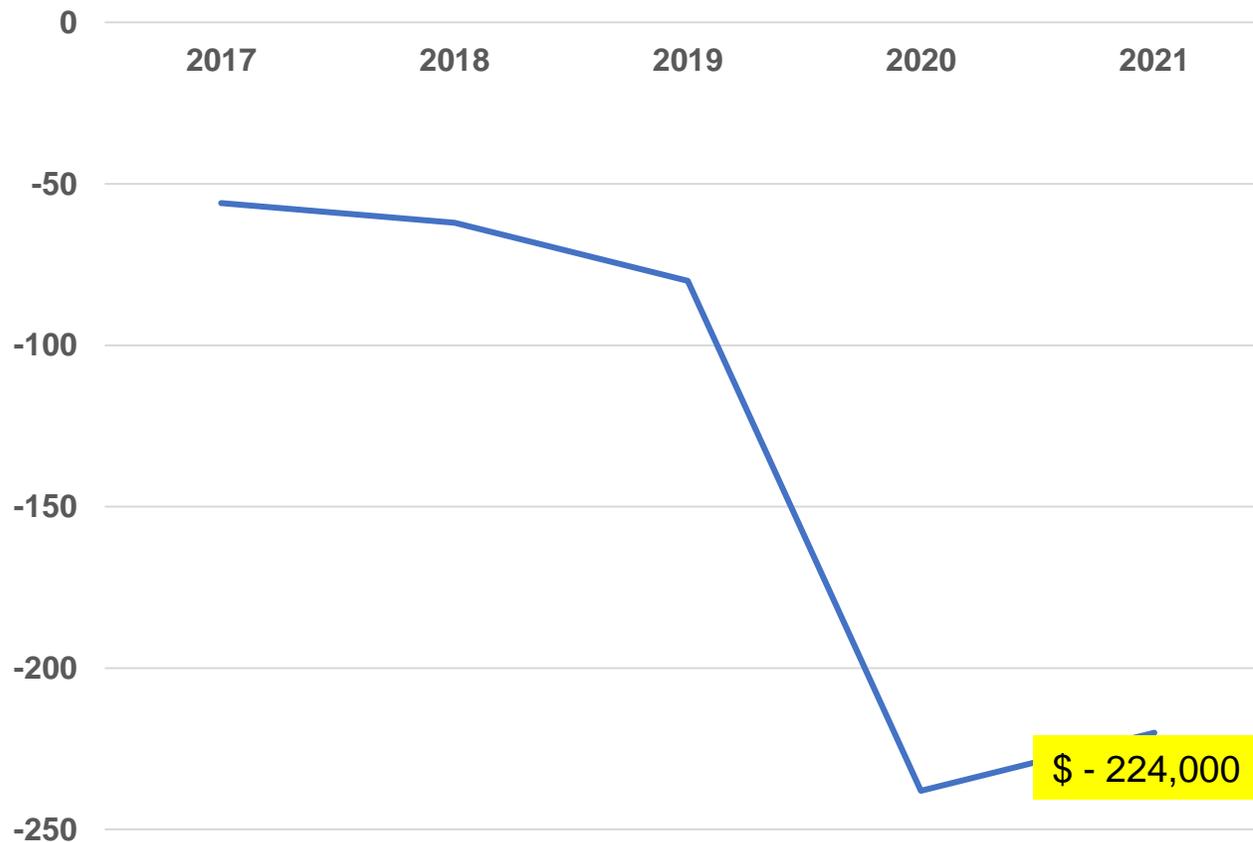
Los problemas descritos en el suministro de las materias las, a las que pueden añadirse en los siguientes puntos:

1. Alimentación de un crudo que no tiene la calidad acorde al diseño del plantel de refinación viejo y mas mantenido.
2. La importación de grandes cantidades de gas natural, gas lp, gasolinas, diésel y turbosina, y el bajo valor del combustóleo que se obtiene en cantidades mayores a los de las gasolinas.
3. Los recursos escasos para tener una mantenimiento correctivo y preventivo adecuado.
4. La falta de contratación de personal de relevo para llevar a cabo las extensas labores de operación y mantenimiento.
5. La falta de experiencia y conocimiento en el personal directivo de Transformación Industrial de Pemex.
6. Deudas con los contratistas y gran pasivo laboral.

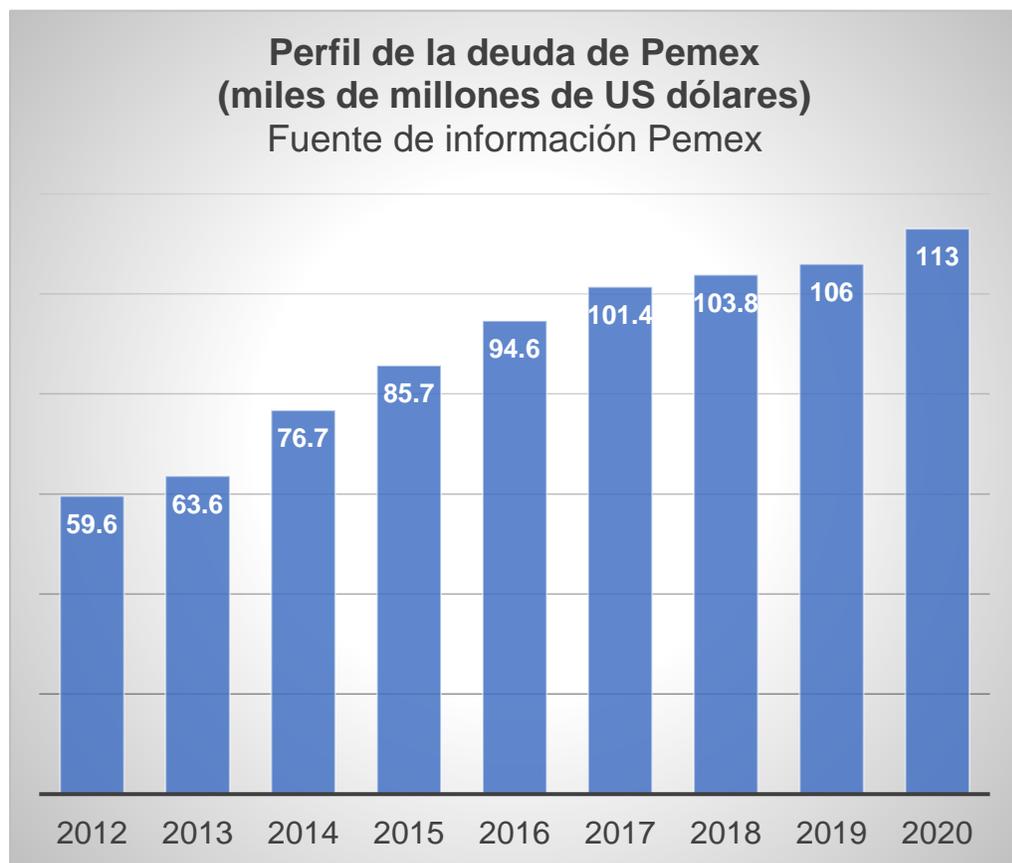
Ocasionan las grandes pérdidas que se ilustran en la gráfica adjunta y que han sido reportadas en último cuatro años de informes de los Consejos de Administración.

Rendimiento neto Pemex Transformación Industrial  
(Miles de millones de pesos corrientes) (15) Ver Anexo 3

Fuente: Pemex. Consejos de Administración Transformación Industrial



## Gráfica 19: Estado Financiero de Pemex deuda consolidada y calificación crediticia de Pemex en 2021.



**Pemex** informó que obtuvo **ganancias ascienden a 124,283 millones de pesos** (monto que equivale a 6,230 millones de dólares) en el mismo periodo.

### **Acciones para ayudar a Pemex con la deuda que ha contraído**

A mediados del mes de marzo de 2021 el Gobierno Federal de México anunció que destinará **6.412 millones de dólares para amortizar la deuda** de Pemex. **Fuente: PEMEX**

### **CALIFICACION DE LA DEUDA DE PEMEX:**

La agencia **Fitch Ratings** rebajó la calificación de Pemex de **“BB estable” a “BB negativa”**, BB indica vulnerabilidad elevada de riesgo de incumplimiento. El ajuste en dos escalones a la calificación fue consecuencia del ajuste a la baja que hizo un día antes en **la calificación soberana de México**, que pasó de “BBB+” a “BBB”, dos niveles por encima del grado de inversión.

**Moody’s ajustó a Ba3 negativa la perspectiva de calificación de Pemex**, Moody's dijo que la decisión se basa en el alto riesgo de liquidez y creciente riesgo de negocio de Pemex, pues la empresa enfrenta altos niveles de vencimientos de deuda debido a la expansión de su capacidad de refinación y producción. (18)

**SP Global Ratings** califica a la deuda de Pemex como **‘BBB’/estable**. ‘BBB’: Una obligación calificada con 'BBB' presenta parámetros de protección adecuados. Sin embargo, es más probable que condiciones económicas adversas o cambios coyunturales conduzcan al debilitamiento de la capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros sobre la obligación.

## **Mejoramiento en la operación y el mantenimiento de los Centros de Procesamiento de Gas**

En la misma forma que el resto de las instalaciones a cargo de la STI, Los Centros de Procesamiento de Gas y en general toda la infraestructura de ductos, tienen grandes rezagos en el mantenimiento y en la actualización tecnológica, es muy recomendable hacer los siguientes proyectos, para prevenir siniestros:

4.1.1 Mejorar la recuperación de etano, modificando los internos de las columnas fraccionadoras e impidiendo la contaminación de este compuesto con el propano.

4.1.2 Modernizar las plantas de recuperación de azufre.

4.1.3 Actualizar todos los sistemas de medición de los insumos y los productos, contabilizando los gases enviados a los quemadores y estudiar la posible recuperación de los mismos.

4.1.4 Iniciar un sistema de administración de riesgos y un proyecto de detección de espesores de pared en gasoductos y etano ductos, para prevenir siniestros, para tener éxito en este proyecto, es necesario trabajar en forma conjunta con el Sindicato de Trabajadores Petroleros (STPRM) (16).

4.1.5 Iniciar los proyectos de capacitación y certificación del personal operativo y de mantenimiento.

# Mejora en la calidad del gas amargo del gas amargo procesado

Se proponen las siguientes acciones para solucionar este problema:

4.2.1 Integrar un grupo de trabajo entre PEP y STI para:

- Estudiar la posibilidad de reducir la inyección de nitrógeno, sustituyéndolo por gas seco.
- Estudiar la posibilidad de modificar los separadores trifásicos que alimentan a los módulos de compresión en plataformas, dotándolos de nuevos internos y de equipos que prevengan el arrastre de líquidos a la succión de los módulos de compresión, incluyendo la adición de filtros coalescedores.

4.2.2 Estudiar con el IMP si es factible técnicamente instalar columnas de absorción antes de la planta criogénica instalada en Cd. Pemex con el fin de amortiguar las variaciones de flujo que impiden la operación de la planta criogénica de rechazo de nitrógeno.

Existen dos tecnologías que merecen ser analizadas técnicamente por alguna institución especializada como el IMP.

- El uso de plantas de nitrógeno con una o mas columnas de adsorción (MRH)
- El uso de plantas de absorción refrigeradas.

NOTA: EL LICENCIADOR DEL PROCESO AET OTORGÓ LOS DERECHOS DE LA TECNOLOGÍA AL GRUPO BRENER, QUIEN PUEDE INVERTIR EN LA INVERSIÓN DE LA INSTALACIÓN PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE PURIFICACIÓN DEL GAS NATURAL A PEMEX.

## Incremento en la importación de gas natural

Durante la inauguración el 2 de julio de 2022 de la Refinería Olmeca, Manuel Bartlett, titular de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), anunció que esta paraestatal logró una alianza estratégica con la empresa TC Energía y NewFortress Energy, que tendrá como objetivo la construcción de una extensión de 420 kilómetros de un gasoducto marino desde Tuxpan hasta Coatzacoalcos, para llevar gas natural a la planta de licuefacción de Salina Cruz y al sureste del país.

El funcionario suscribió el acuerdo con la empresa canadiense por un monto de inversión de 5 mil millones de dólares con el objetivo de ofrecer “seguridad energética del sureste” de México.

Este nuevo ducto podrá suministrar gas natural al Complejo de Cosoleacaque y a la Refinería Olmeca.

## 4.4 Incrementar la producción nacional del gas natural

### Incorporación de gas natural del Campo Ixashi

Ixashi es el yacimiento terrestre mas grande en los últimos 25 años, se localiza en Tierra Blanca Veracruz y cuenta con una reserva de 366 millones de barriles de crudo equivalente con reservas 1P, certificadas y puede producir hasta 190,000 B/D de crudo equivalente y una producción de gas de 400 MMPCD.

Para aprovechar este nuevo yacimiento se requiere construirse un nuevo Centro de Procesamiento de Gas y de una interconexión con el Centro de Procesamiento de Gas Matapionche, así como toda la infraestructura de interconexión con el sistema de gas seco.

Las instalaciones requeridas son: una batería de separación, dos plantas endulzadoras de gas y de recuperación de azufre, una planta de rocío de separación y un sistema de compresión para bombear el gas seco producido.

Actualmente se cuenta con la ingeniería básica desarrollada por el IMP y no se ha avanzado en el proyecto por falta de presupuesto.

# Incrementar la producción nacional del gas natural

## Incorporación de gas natural de Lakash

En la inauguración de la Refinería Olmeca, el director de Pemex, Octavio Romero Oropeza llevó a cabo la firma de la carta de intención entre la paraestatal y **New Fortress Energy** para la reactivación del proyecto Lakach en aguas profundas del Golfo de México, así como con ICA-FLOUR para la construcción de la coquizadora en Salina Cruz, Oaxaca.

El proyecto Lakach será reactivado tras haber sido suspendido por falta de rentabilidad para PEMEX, tiene un potencial de reserva de gas de 937 mil millones de pies cúbicos.

Esta reactivación se realizará a través de la empresa productiva PEMEX y en colaboración con privados, realizando una inversión de 1,459 millones de dólares con la visión de recuperar 1,197 millones de dólares disminuyendo así la pérdida inicial.

- Es un campo de gas no asociado y condensado
- Es el primer desarrollo de gas en aguas profundas.
- La explotación de este campo se realizará con infraestructura submarina y terrestre.

# **Incremento del gas amargo procesado mediante la explotación de yacimientos no convencionales.**

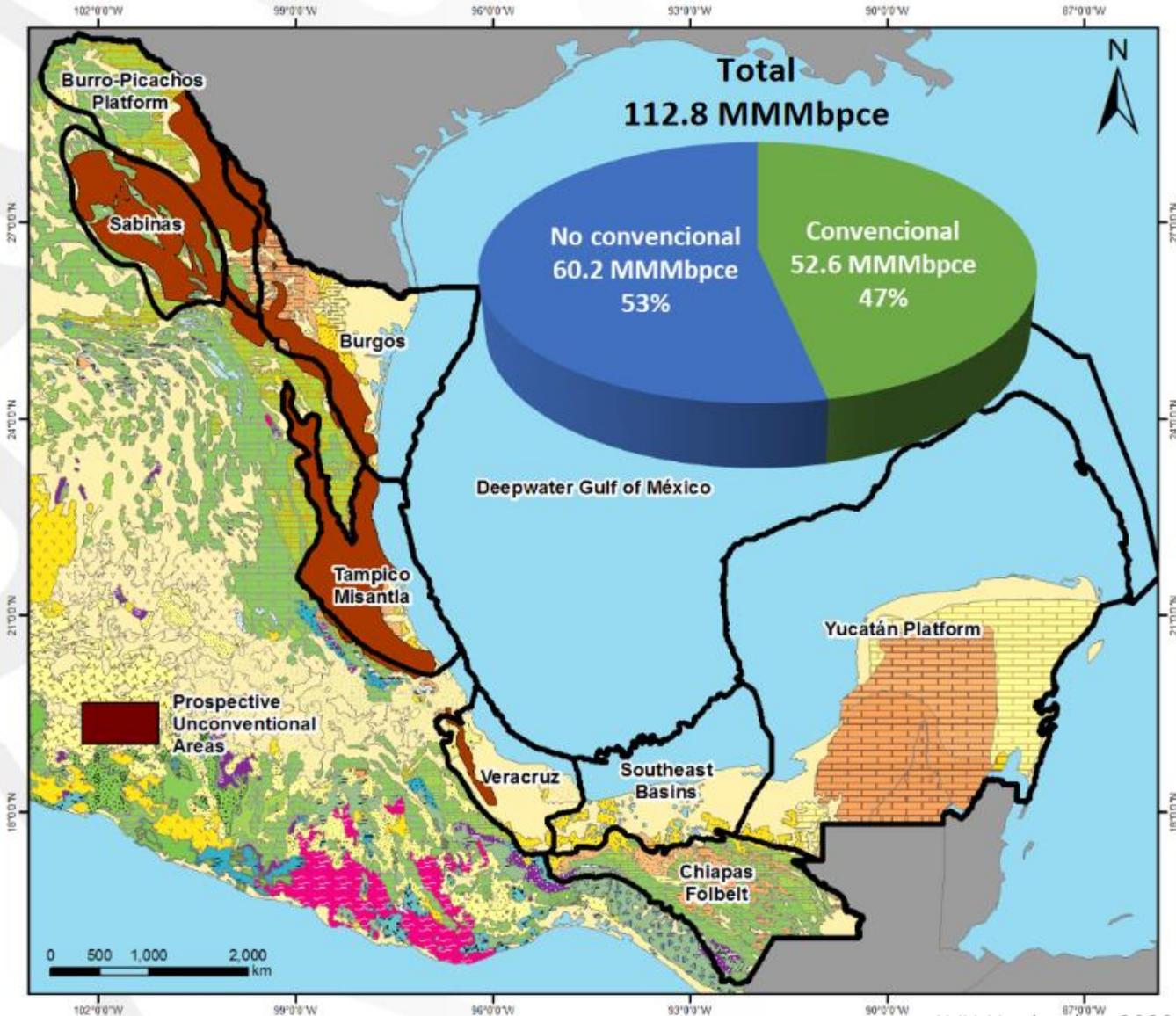
Ante el declinamiento de la producción de gas amargo en los yacimientos convencionales y la creciente importación de gas seco, afortunadamente tenemos en México la opción de contar con grandes reservas de gas natural en los yacimientos de estructura compacta.

Sin embargo existe una gran controversia en la sociedad acerca del uso de esta tecnología, por los siguientes problemas:

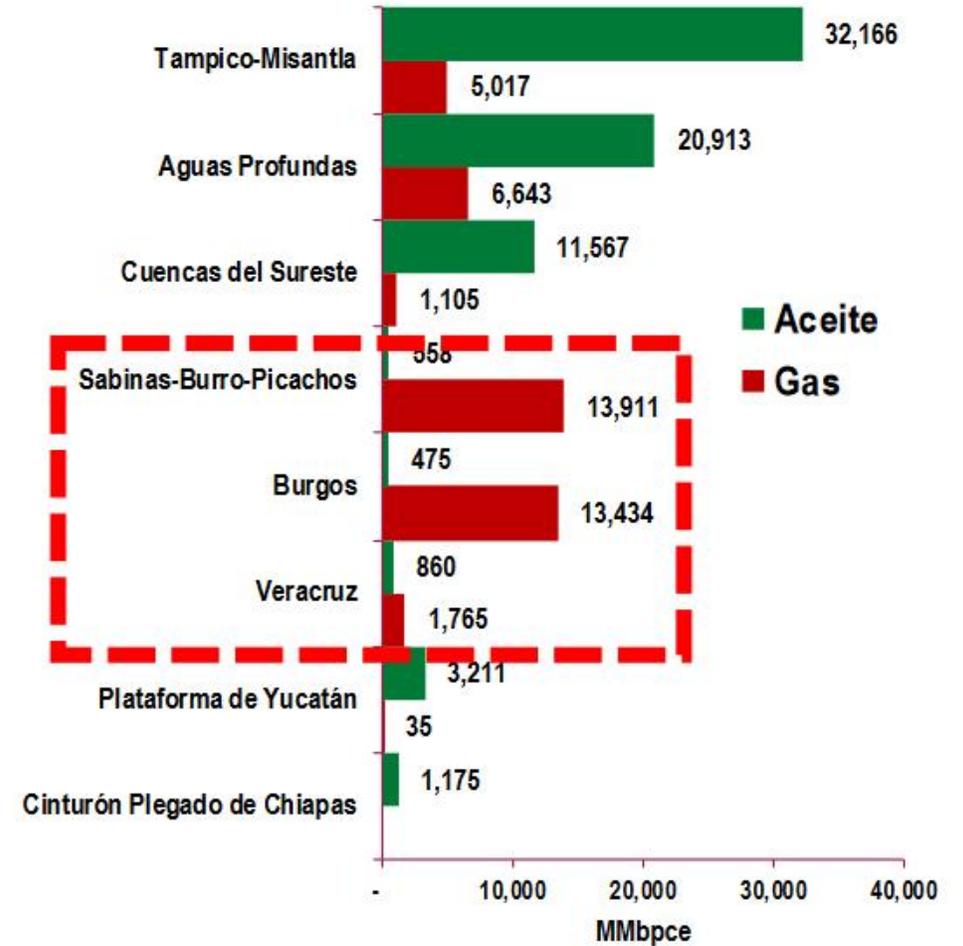
1. Esta tecnología requiere de un uso extensivo de la tierra.
2. Requiere de una gran cantidad de agua, que no se tiene en el norte del país.
3. Existe contaminación del aire por emisión de gases de efecto invernadero.
4. Existe el potencial de contaminar los mantos freáticos, por la contaminación de agentes químicos.

Recomendamos que, ante estos problemas, se haga un análisis exhaustivo, por los centros de investigación, para encontrar soluciones que hagan sustentable la aplicación de esta tecnología y de ser así, se preparen los cuadros básicos de personal, para comenzar a aplicarla de inmediato en un proyecto piloto, en donde participe como socio una empresa con experiencia en el fracking, para que exista una transferencia tecnológica con PEMEX e inclusive con empresas mexicanas.

De manera prioritaria debe considerarse la participación de la sociedad local para que obtengan los beneficios de la producción.



Recursos prospectivos por tipo de hidrocarburo esperado

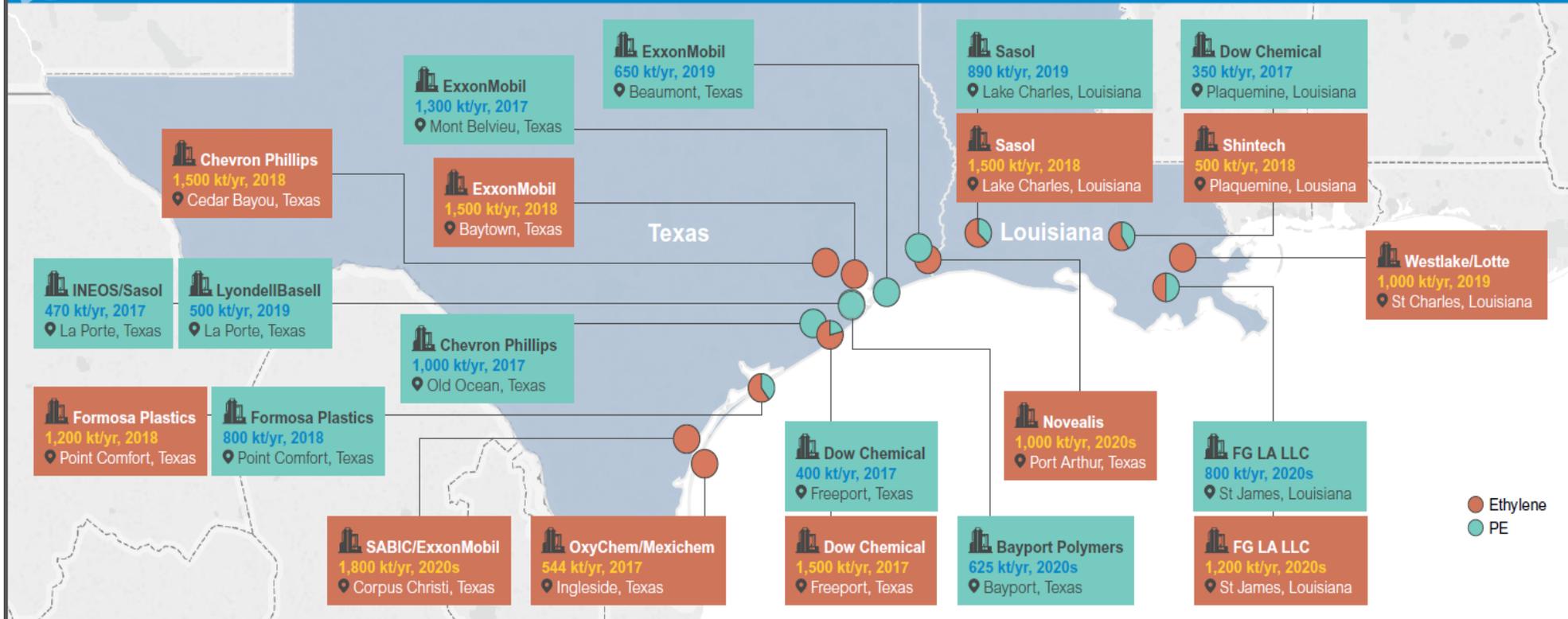


\* Fuente: Comisión Nacional de Hidrocarburos.

# WAVE OF PE EXPANSIONS ON THE US GULF COAST UNDER WAY

This infographic shows that low-cost feedstocks derived from shale oil have spurred a wave of new crackers and polyethylene (PE) projects along the US Gulf coast, where much of the PE imported into Latin America originates. The US has already added a significant volume of new capacity, with more new projects set to start up over the coming years.

## NEW AND UPCOMING ETHYLENE AND POLYETHYLENE PLANTS



## US ETHYLENE & POLYETHYLENE PRICE REPORTS

ICIS price reports provide independent, objective and trusted intelligence for over 180 chemical commodities across America, Europe and Asia. Use ICIS information to: follow fluctuations and understand factors driving them; input into your own internal analytical models; clarify settlements and contracts; inform negotiations.



Tomada de la ponencia del Ing. Josue Roque en la Convención Nacional del IMIQ en 2019

## Incremento en la importación de etano vaporizado a 900 T/d Vaporizadores ecológicos ya erigidos.

El proyecto de incremento de vaporización de etano en 900 T/D, presenta un avance en su construcción de alrededor del 80% y se suspendió por un problema de corrupción.

Las siguientes fotografías muestran lo anterior.

Se recomienda terminar esta instalación que permitiría aumentar la producción de etileno y sus derivados



## **La nueva terminal de etano de BI.**

Debido a que la producción de etano es insuficiente, y esto ha sido reconocido por PEMEX, BI ha obtenido la autorización para construir una nueva terminal de importación de etano, en Coatzacoalcos, (La Terminal de Etileno de Puerto Nuevo), de una capacidad de suministro de 80,000 B/D, con un costo de 400 MMUSD, la construcción inició el pasado mes de agosto y será completada a fines de 2024, para alimentar la planta de etileno de un millón de toneladas diarias de etileno, actualmente se esta terminando la ingeniería básica y de detalle.

BI tendrá la opción de comprar a PEMEX entre 10,000 y 15,000 B/D de etano, el resto será importado desde Houston Texas.

La terminal tendrá dos tanques de almacenamiento de una capacidad máxima de 50,000 toneladas, así como una tubería de 10.5 Km de longitud.

## **Mejoramiento de la operación en los Complejos Petroquímicos**

Entre los proyectos que se requieren para mejorar la operación en los Complejos de Cangrejera, Morelos y Cosoleacaque, se encuentran los siguientes:

4.8.1 Se requiere elaborar una auditoría a cada centro de trabajo para mejorar y actualizar la instrumentación, necesaria para elaborar los balances de materia y energía y conocer con precisión cuando crudo se alimenta y cuantos productos se producen.

Adicionalmente hay que conocer con que excesos de aire de combustión se está trabajando, con el objetivo de estar en disposición de poder reducir la cantidad de energía empleada, para mejorar los costos de procesamiento.

4.8.2 Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo deben retomarse, dado el estado de abandono que presentan las instalaciones, especialmente en los servicios auxiliares

4.8.3 Es importante ir avanzando en los proyectos de modernización de los procesos.

4.8.4 En Cosoleacaque hay que hacer el mantenimiento a las plantas 5 y 7 para que estén en posibilidades de volver a estar en operación. La planta 4 requiere de una mayor inversión, ya que se tomó como fuente de refaccionamiento para las otras plantas-

# Flexibilidad en la alimentación de las plantas de etileno e incremento de producción en plantas de derivados del etileno

Las plantas de etileno de los Complejos Petroquímicos de Cangrejera y Morelos, poseen una tecnología de los últimos años de la década de lo 70 desde una producción de 500,000 a 600,000 T/A, seis hornos de cada planta fueron modernizados, quedando 4 con la tecnología original; el diseño de esas unidades es en base a alimentar etano y en algunas ocasiones se ha alimentado propano en una proporción de un 10% máximo.

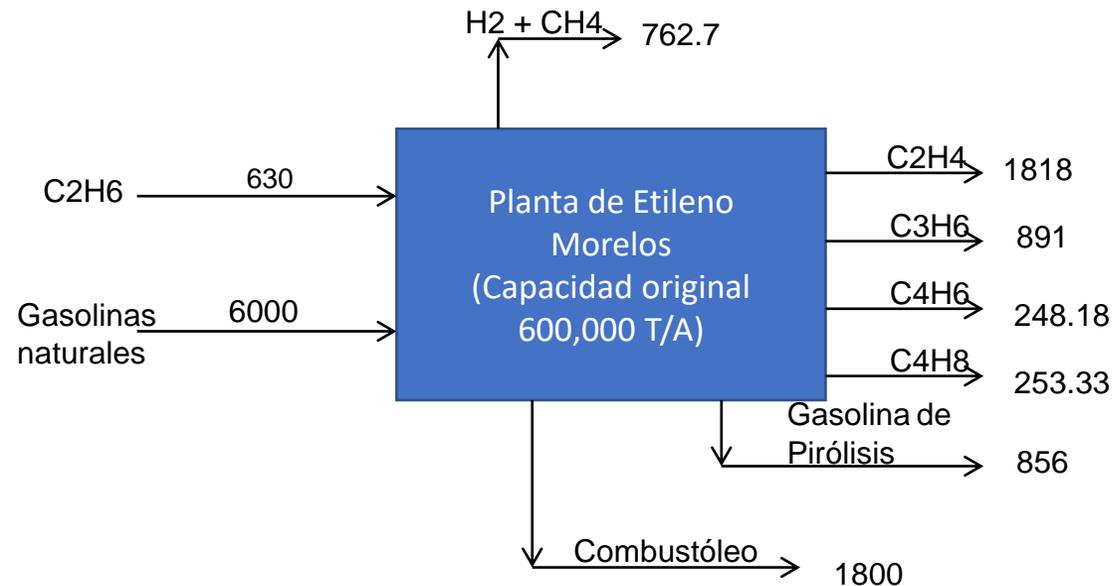
Al tener una restricción del etano de un poco menos de 30,000 B/D (Se requieren 66,000 B/D para ambas plantas), se propone sustituir los 4 hornos originales por dos hornos con una flexibilidad de alimentación de una mezcla de etano – propano ó etano – naftas, en las siguientes figuras se ilustra lo anterior.

La inversión aproximada para la modificación incluyendo la modernización de toda la planta se estima en \$ 1,000,0000 USD, para el caso de la alimentación de etano mas propano, 1,200,000 USD para el caso de la alimentación de etano mas naftas.

Una de la ventajas de esta opción es que paralelo a la producción de etileno, se producen propileno, butadieno, butenos y productos aromáticos, que pueden ser separados en el complejo de aromáticos de Cangrejera.

**Balance de materia de orden de magnitud, al flexibilizar la alimentación de materias primas a la planta de etileno Morelos, con una mezcla de etano y propano, obteniendo etileno, propileno, buteno, butadieno y gasolinas de pirólisis (benceno, tolueno y xilenos). (T/d)**

(Fuente de información: Enciclopedia Ullmann. Commercial straight-run gasoline cracking yield patterns, temperature 820 C) (12)



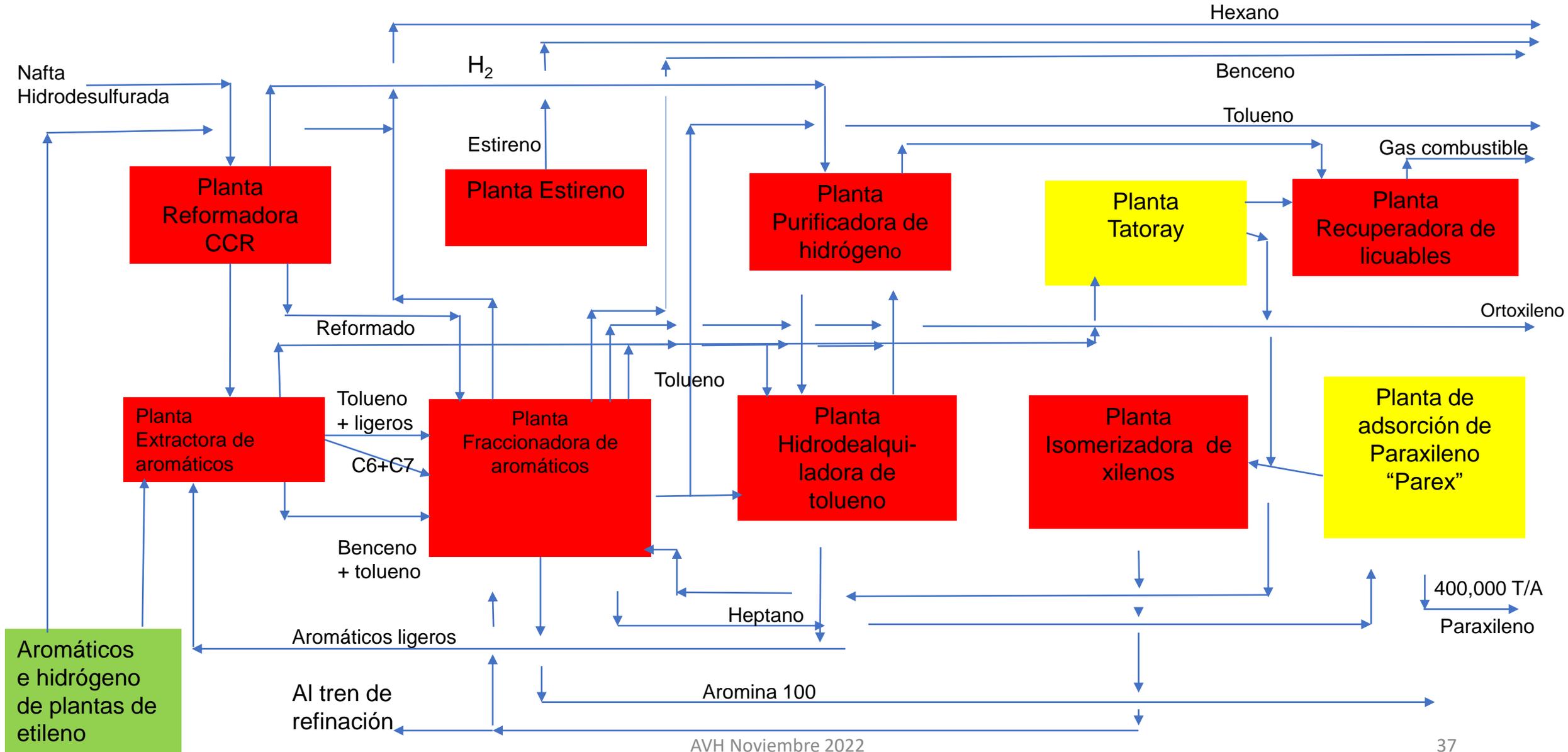
## ESTIMACION DEL VALOR DE VENTA DE LOS PRODUCTOS DE LA PLANTA DE ETILENO DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS CRAQUEANDO UNA MEZCLA DE ETANO Y NAFTA ( Precios promedio 2022).

Fuente de informacion: Pyrolysis: Theory and Industrial Practice. Siegfried Nowak and Hubert Gunschell Academic Press. 1983. Incluidos los precios actuales de ICIS Chemical Business y el Oil and Gas Journal

PRODUCTO	% PESO	PRODUCCION T/A	PRECIO DE VENTA \$ USD/T	VALOR DE LA PRODUCCION \$ USD/A
HIDROGENO	0.81			
METANO	16.15			
ACETILENO	0.29			
ETILENO	29	600,000.	600	\$ 360,000,000
PROPILENO	17	294,030	1,500	\$ 441,045,000
PROPANO	0.58			
BUTANOS	5			
BUTENOS	5.3	83,599	1,100	\$ 91,958,900
BUTADIENO	4.32	81,899	600	\$ 49,139,400
PENTANOS	1.92			
MEZCLA DE AROMÁTICOS	19.53	282,480	1,000	\$ 141,240,000
VENTAS TOT.				\$ 1,065,383,300
MATERIAS PRIMAS				
ETANO		207,900	240	\$ 49,896,000
NAFTAS (B/A)		1,980,000	150	\$ 297,000,000
				\$ 346,896,000
UTILIDAD DE OPERACIÓN				\$ 716,487
RETORNO DE LA INVERSION (AÑOS)				\$ 1.67

# 4.9 Diagrama de Bloques del Complejo Petroquímico Cangrejera

## Proyecto de inclusión de expansión del complejo de aromáticos integrando las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos modificadas en su carga.

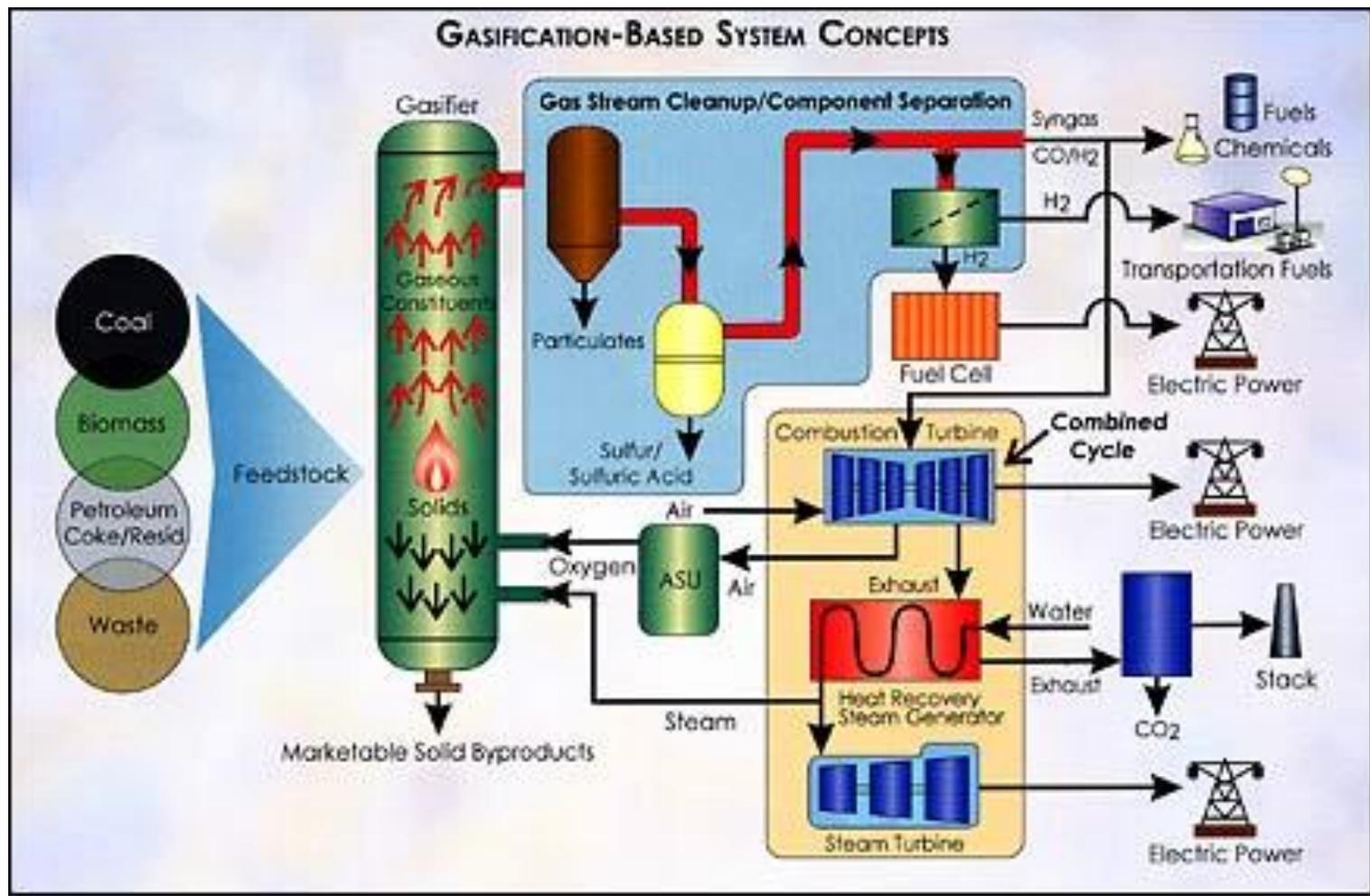


## **Uso del coque como materia prima para la producción de gas de síntesis, energía eléctrica y vapor mediante el proceso de gasificación**

El proceso de coquización del coque proporciona la flexibilidad de procesar crudos pesados, combustóleo, carbón y coque transformándolos en gas de síntesis que puede ser usado como gas combustible en la refinería o como materia prima para elaborar hidrógeno, gas combustible, amoníaco metanol, vapor y energía eléctrica disminuyendo la contaminación ambiental ya que puede recuperar el azufre y metales, de tal forma que este proceso puede ser fácilmente integrado a una refinería. Este proceso también produce grandes cantidades de energía eléctrica que puede exportarse.

Se cuenta actualmente con tres refinerías con proceso de coquización con una producción aproximada de 15,000 toneladas diarias. y en los próximos tres años se sumaran las de la refinería de Tula, Olmeca y Salina Cruz, con una producción de aproximadamente 16,000 toneladas diarias

### GASIFICATION-BASED SYSTEM CONCEPTS



## **Promoción de uso de la reserva territorial disponible en los Complejos Petroquímicos para la instalación de plantas de petroquímica secundaria y otras.**

Los Complejos petroquímicos instalados en el área de Coatzacoalcos, Minatitlán; San Martín Texmelucan, Poza Rica (Escolín), cuentan con grandes reservas territoriales, ya urbanizados y con infraestructura de servicios industriales, que pueden ofrecerse como renta, a las empresas interesadas en establecer una relación con PEMEX, estos activos pueden también suministrar productos petroquímicos básicos, producidos en el área.

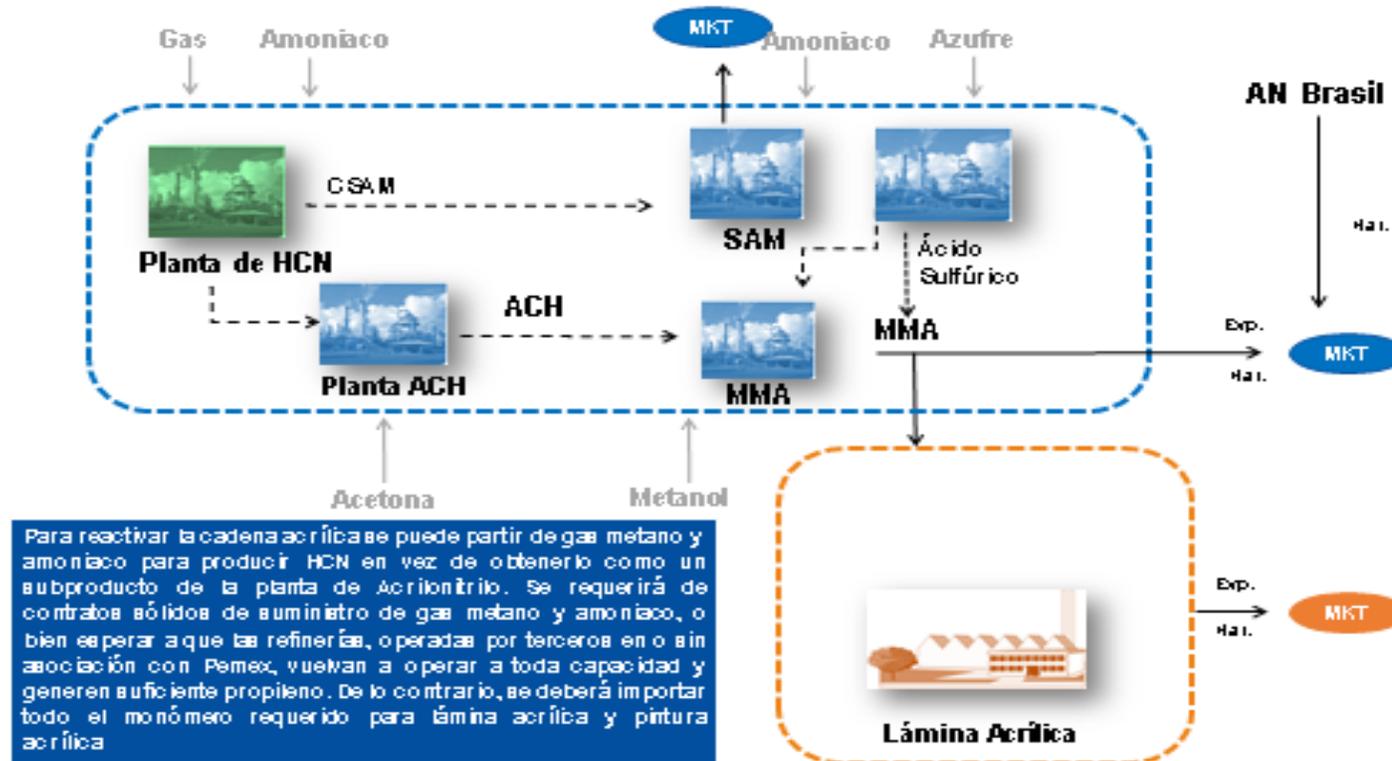


Allende



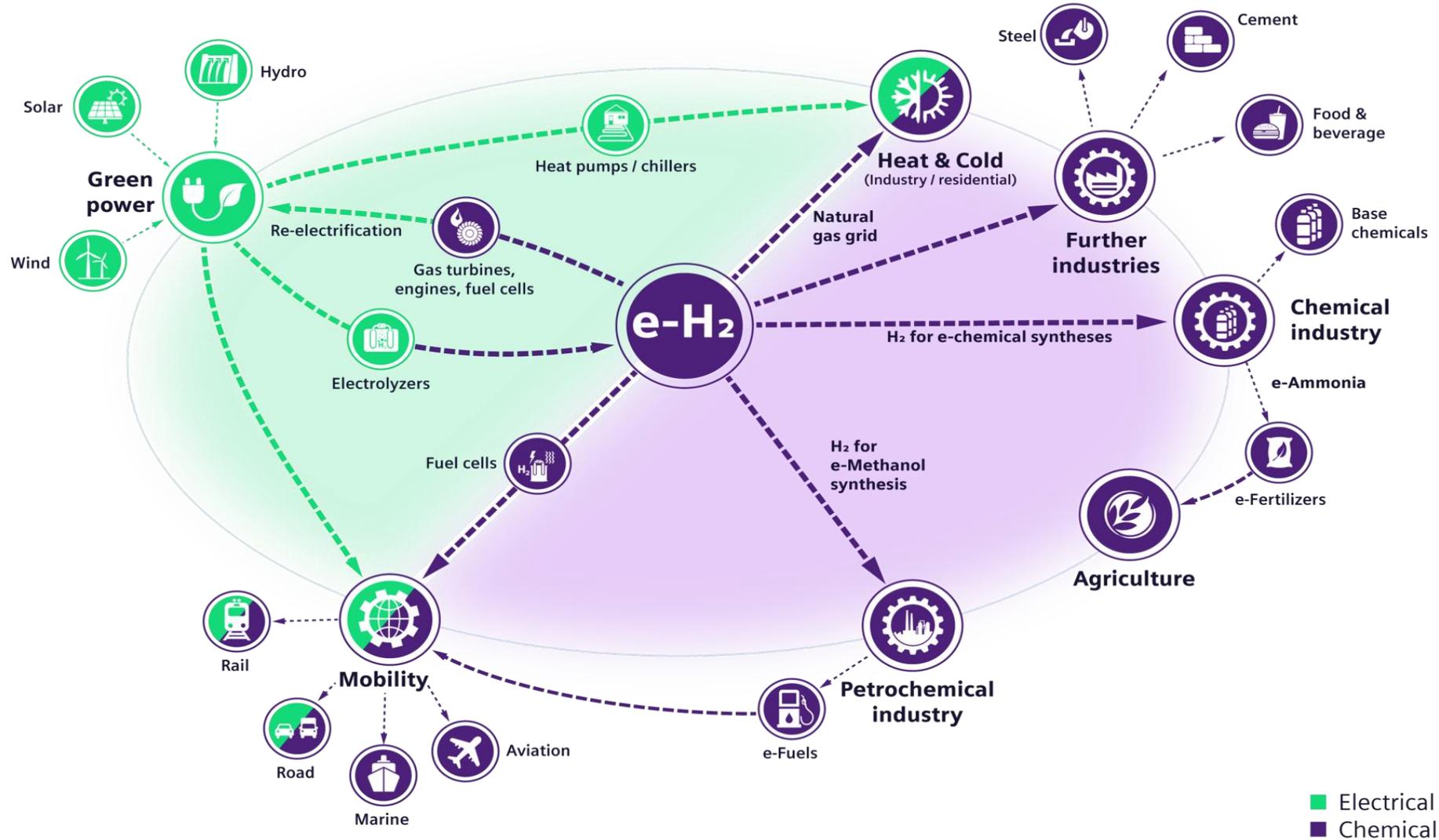
## Falta de producción de productos petroquímicos precursores.

¿Cómo reactivar la cadena acrílica en México?



**Nota:** El acrilonitrilo puede importarse de cualquier país y no solamente de Brasil, actualmente UNIGEL lo importa de Brasil al dejar de operar la planta de Acrilonitrilo de Pemex en el Complejo Petroquímico Morelos.

# El uso del hidrógeno verde en la elaboración de la petroquímica sustentable. (14)



# Mejora en la calidad del crudo procesado

La calidad del crudo producido alimentado al SNR debe estar de acuerdo con las especificaciones en cuanto al contenido de agua y sedimentos (Máximo 0.5%) y sal (50 libras/1,000 barriles).

4.7.1 Debe destacarse una comisión de personal de la Direcciones de Producción Primaria (PEP) y de STI, que vigile para que se cumplan las especificaciones de entrega y las mejoras que se requiera hacer a los equipos de desalado y de deshidratación de PEP y desde luego deben evitarse prácticas de alimentación de productos químicos, para evitar daños como los que han ocurrido a los equipos de refinación. Debe incluirse el tema de la logística de entrega del crudo, cuidando no solo al crudo exportado sino también al crudo entregado a STI.

4.7.2 El crudo debería contemplar también un acuerdo entre PEP y STI sobre los contaminantes, metales, asfaltenos y azufre, hay que recordar que afectan la operación de refinerías, aún mas a las que no están reconfiguradas, hay que recordar que el diseño de las refinerías se hizo considerando crudo extra ligero (Salamanca, Madero y Minatitlán) y crudo ligero (Tula, Cadereyta y Salina Cruz); en la siguiente tabla se muestra la composición de la mezcla reconfigurada que se alimenta durante 2020 a la STI:

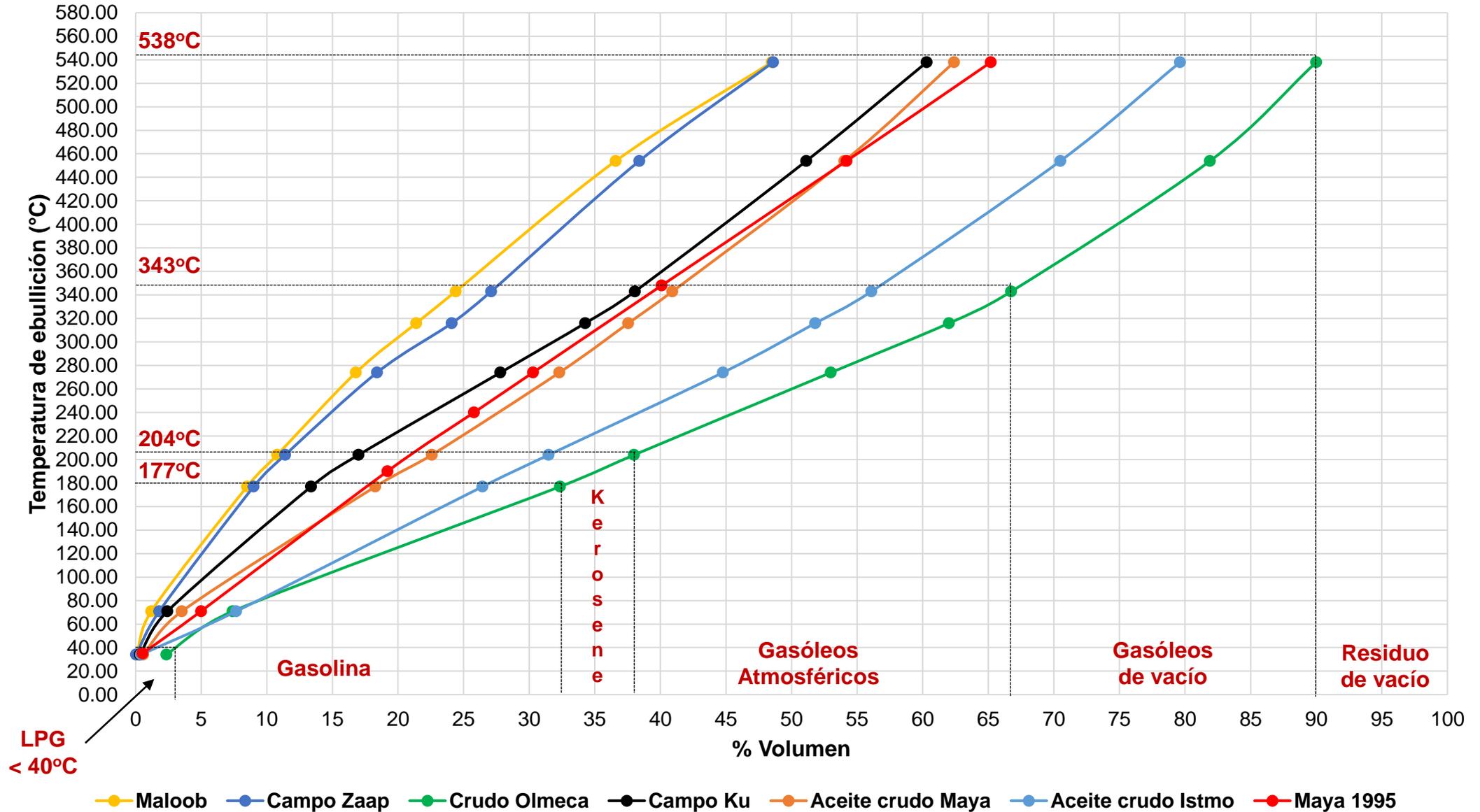
**PRODUCCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTOS DE DIFERENTES TIPOS DE CRUDOS PRODUCIDOS Y**

**COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA RECONFIGURADA POR PEP, QUE SE ALIMENTA A STI DURANTE 2020, MILES DE BARRILES DIARIOS (14)**

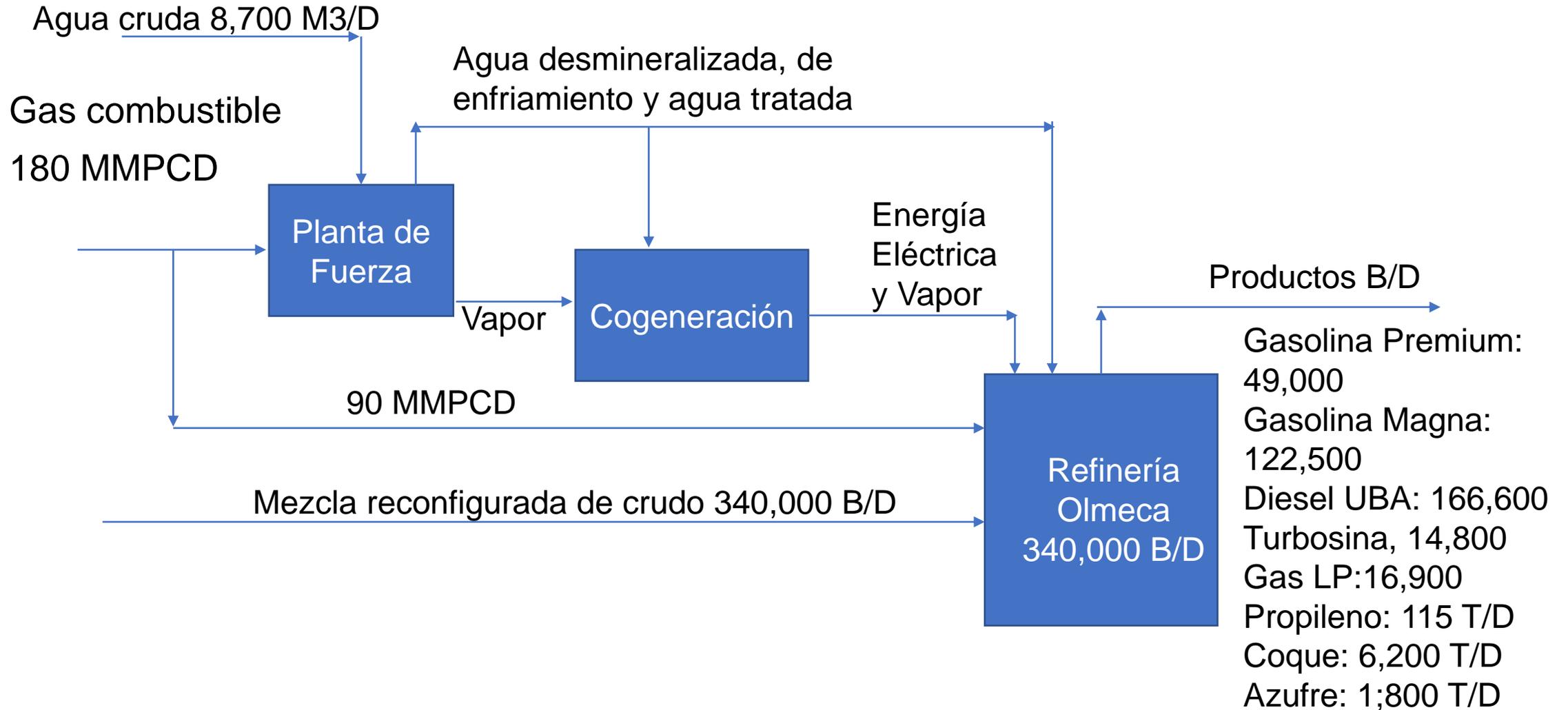
	Extraligero	Ligero	KuMaloobZ	Mezcla Crudos
Producción MBD	165	492	1066	1723
% Vol.	9.58	28.55	61.87	100.00
° API	38	31.9	12.2	20.30
SPGR	0.8348	0.866	0.9847	0.94
% Azufre	0.98	1.867	5.058	3.76
% Asfaltenos	1.06	4.6	21.21	14.54
C Ramsboton % peso	1.82	6.31	15.6	11.63
Niquel PPM	0.77	18.8	88.4	60.13
Vanadio PPM	4.96	102.2	412.1	284.62
LPG % vol.	1	0.54	0.54	0.58
GASOLINA % vol.	29	25.86	4.63	13.03
KEROSENO % vol.	7.5	5.09	6.46	6.17
GASOLEO ATM. % vol	25.5	24.6	15.13	18.83
GASOLEO VAC. % vol.	25.1	23.54	22.95	23.32

**Se iluminan en amarillo a los parámetros fuera del diseño original de las refinerías de STI**

# Curvas True Boiling Point (TBP) de los Principales Crudos de México, esta información fue proporcionada por el Ing. Carlos Gustavo Sánchez Lugo.



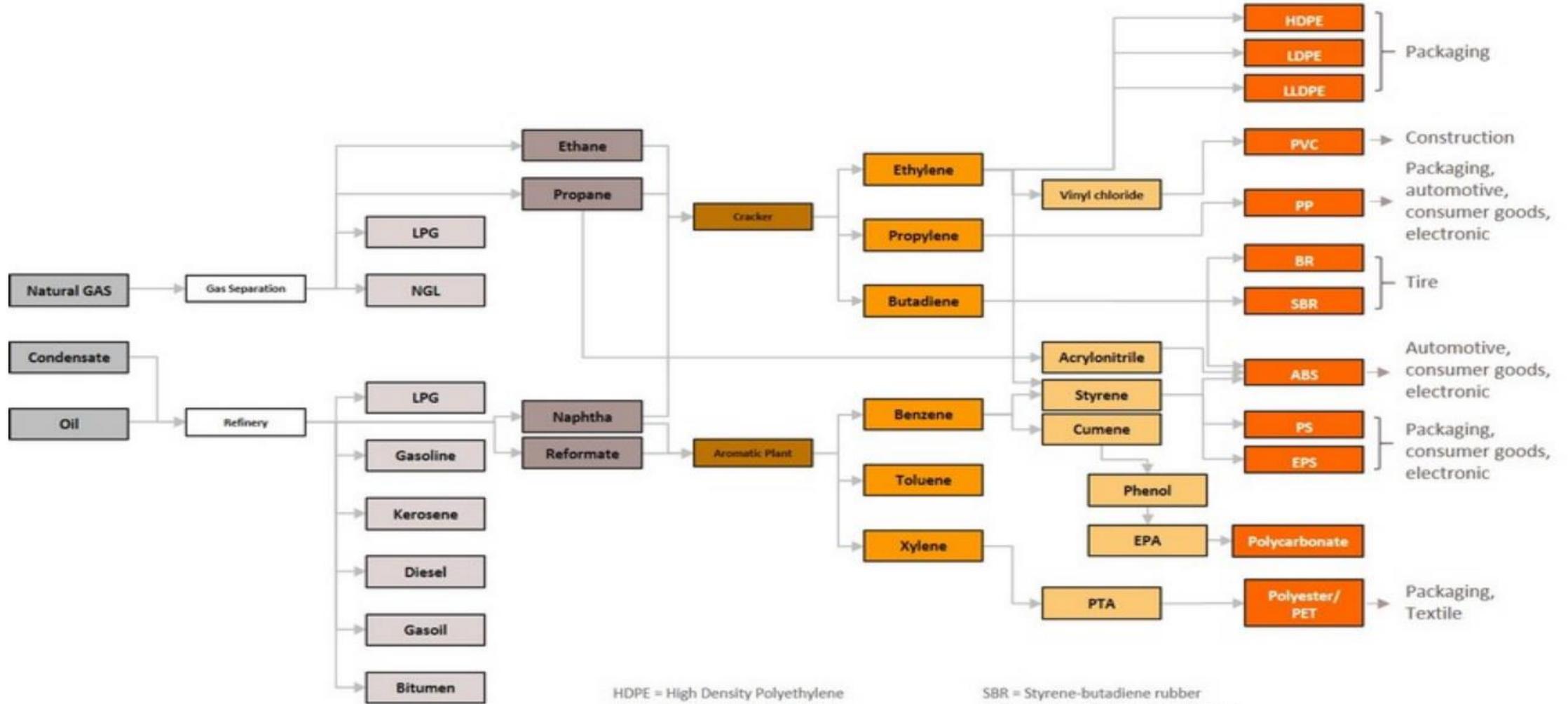
## 2.3 Conversión a petrolíferos y otros productos Balance de masa (20)



## **La integración de la Refinería Petroquímica**

A medida que la demanda de petrolíferos comience a disminuir por el uso de vehículos eléctricos, lo cual se espera que ocurra de acuerdo con diferentes analistas, durante la década de 2030 a 2040, las refinerías tenderán a convertirse en refinerías de producción de petroquímicos, productos que inclusive tienen una mayor agregado que los petrolíferos, a continuación se presenta el esquema de la reconversión del esquema de procesamiento, sí como los soportes dados por los analistas.

# La refinería petroquímica



HDPE = High Density Polyethylene  
 LDPE = Low Density Polyethylene  
 LLDPE = Linear Low-density Polyethylene  
 PVC = Polyvinyl Chloride  
 PP = Polypropylene  
 BR = Butadiene rubber

SBR = Styrene-butadiene rubber  
 ABS = Acrylonitrile Butadiene Styrene  
 PS = Polystyrene  
 EPS = Expanded Polystyrene  
 PET = Polyethylene terephthalate

# Descripción de las acciones y proyectos propuestos para potenciar la producción en la petroquímica de Pemex en el corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo con el panorama descrito, se pueden destacar las siguientes soluciones principales para incrementar la producción de las instalaciones de petroquímica dependiente de la Dirección de Transformación Industrial de Pemex, que pueden ser resueltas en el corto, mediano y largo plazo:

1 Modernización en los procesos en la operación y en el mantenimiento de los Centros de Procesamiento de gas Mejorando la recuperación de etano.

2 Reducir la inyección de nitrógeno, sustituyéndolo por Gas natural.

3 Recuperar los hidrocarburos de los nuevos campos recién Descubiertos.

4 Incremento en la importación de gas natural

5 incrementar la importación de etano, aprovechando los vaporizadores ecológicos ya instalados en la Terminal Refrigerada de Pajaritos

6 Incremento en la producción de gas natural

6.1 Incremento de la producción de gas por la explotación de yacimientos no convencionales

En Refinación:

7 Terminar la rehabilitación de las refinerías (\*)

8 Terminar la construcción de la refinería Olmeca (\*)

9 Terminar la reconfiguración de las Refinerías de Tula y Salina Cruz. (\*)

(\*) Proyectos que desarrolla actualmente la administración.

SOLUCIONES A CORTO PLAZO (1 a 2 AÑOS)

SOLUCIONES A MEDIANO PLAZO (3 A 4 AÑOS)

SOLUCIONES A LARGO PLAZO (MAS DE 5 AÑOS)

# Descripción de las acciones y proyectos propuestos para potenciar la producción en la petroquímica de Pemex en el corto, mediano y largo plazo.

- 10 Terminar los proyectos de producción de diésel UBA
- 11 Mejorar la calidad del crudo procesado, cumpliendo con las especificaciones y aproximándose a las composiciones originales consideradas en las especificaciones originales.
- 12 Revisión de la capacidad de la red nacional del SNR, para Poder recibir los petrolíferos importados y los de la Refinería Olmecca.  
Mejoramiento en la operación y el mantenimiento de los Complejos Petroquímicos.
- 13 En Cosoleacaque hacer el mantenimiento a las plantas 5 y 7 para que estén en posibilidades de entrar en operación.
- 12 Flexibilidad en la alimentación de las plantas de etileno, alimentando etano, propano y gasolinas naturales e incremento de producción en plantas de derivados del etileno.
- 13 Rehabilitación del Complejo de Aromáticos en Cangrejera.
- 14 Incorporación del proceso de gasificación del coque para la Producción de gas de síntesis, energía eléctrica y vapor.

SOLUCIONES A CORTO PLAZO (1 a 2 AÑOS)

SOLUCIONES A MEDIANO PLAZO (3 A 4 AÑOS)

SOLUCIONES A LARGO PLAZO (MAS DE 5 AÑOS)

# Descripción de las acciones y proyectos propuestos para potenciar la producción en la petroquímica de Pemex en el corto, mediano y largo plazo.

14 Transformación de las refinerías en refinerías petroquímicas, A medida que la demanda de petrolíferos comience a disminuir por el uso de vehículos eléctricos, cuando esto ocurra, las refinerías pueden convertirse en productoras de productos Petroquímicos.

15 Usar de la reserva territorial en los Complejos Petroquímicos para la instalación de plantas de petroquímica secundaria y terciaria.

16 El uso del nitrógeno verde en la elaboración de la petroquímica sustentable.

17 Impulso a la industria de reciclado de plásticos, fomentando la inversión necesaria para la instalación de nuevas plantas de reciclado.

SOLUCIONES A CORTO PLAZO (1 a 2 AÑOS)

SOLUCIONES A MEDIANO PLAZO (3 A 4 AÑOS)

SOLUCIONES A LARGO PLAZO (MAS DE 5 AÑOS)

# Conclusiones:

- En este trabajo se proponen acciones y proyectos concretos, para fortalecer la industria petroquímica mediante el trabajo en conjunto del el sector público y el privado, dada la falta de recursos económicos de PEMEX.
- Para ello es contar necesariamente con la voluntad política, para crear una nueva industria petroquímica en donde se genere un valor agregado a los hidrocarburos.
- La dependencia del gas natural importado, hace necesario plantear en cuanto a la explotación de los yacimientos no convencionales de hidrocarburos, lo que puede detonar un crecimiento adicional de la petroquímica.
- Ante la falta de etano, es conveniente flexibilizar las cargas a las plantas de etileno, como el craqueo de una mezcla de etano, propano y naftas, lo cual puede producir productos como los aromáticos, propileno, butenos y butadieno.
- Se propone en el futuro la creación de refinerías petroquímicas, para incrementar la producción de petroquímicos, cuando disminuya la demanda de petrolíferos.
- A largo plazo, se propone la elaboración de hidrógeno verde.
- El reciclado de plásticos es una tarea muy importante que deberá impulsarse en el futuro.

**Deckar Israel Hernández, ejemplo del sacrificio y disposición de los trabajadores de Pemex, que son verdaderos héroes, cerrando las válvulas en condiciones adversas, subsanando las carencias de implementos, durante el incendio de la Refinería de Minatitlán el 8 de abril de 2021.**



**Muchas  
Gracias**



Correo electrónico:  
avillaloboshi@gmail.com

## ING. ALEJANDRO VILLALOBOS HIRIART

ING. QUIMICO UNAM, 1970, MAESTRO EN ECONOMIA ITESM, 1987

### 54 AÑOS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

INICIO SUS ACTIVIDADES EN 1968, COMO INGENIERO INSTRUMENTISTA, EN LA GERENCIA DE PETROQUIMICA DE PEMEX EN 1968.

PARTICIPO EN LA PUESTA EN MARCHA DE LAS PLANTAS DE AMONIACO 2, EN COSOLEACAQUE (1968-1969), AMONIACO CAMARGO (1969), METANOL 1 SAN MARTIN TEXMELICAN (1970), ACRILONITRILLO COSOLEACAQUE (1971), ETILENO 2, PAJARITOS. DISTINCION AL VALOR Y A LA RESPONSABILIDAD, OTORGADA POR EL DIRECTOR DE PEMEX POR SINIESTRO EN PLANTA DE ACRILONITRILLO EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE (1971).

JEFE DE ARRANQUE Y JEFE DE LA PLANTA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO 2 EN PAJARITOS (1993-1994).

**INGENIERO RESIDENTE EN LOS ESTADOS UNIDOS EN LOS PROYECTOS DE INGENIERIA BASICA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO 3 Y PERCLOROETILENO 2, EN EL COMPLEJO PETROQUIMICO DE PAJARITOS (1994-1996).**

INGENIERO RESIDENTE EN PROYECTOS DE DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE DE LAS PLANTAS DE PLANTAS DE MONÓMERO DE CLORURO DE VINILO 3, PERCLOROETILENO 2, PURIFICACIÓN DE GAS AMARGO, CD. PEMEX,, REHABILITACIÓN ELÉCTRICA DEL COMPLEJO DE PAJARITOS Y DEL RACK CANGREJERA A TERMINAL DE PAJARITOS.

**EXFUNCIONARIO EJECUTIVO DE PEMEX, COMO SUBGERENTE DE INGENIERÍA DE PROCESOS DE REFINACIÓN, PROCESAMIENTO DE GAS Y PETROQUÍMICA. (1986-1992). GERENTE DE NORMALIZACIÓN DE PROCESOS. ASESOR DEL CONSEJERO PROFESIONAL DE PEMEX ROGELIO GASCA**

ENCARGADO DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA CAPACIDAD DE TETRAETILO DE PLOMO EN LA COMPAÑÍA TEMSA (1980).

INICIO LOS ESFUERZOS EN PEMEX SOBRE EL AHORRO DE ENERGIA EN LO QUE HOY ES TRANSFORMACIÓN INDUSTRIA, REFINACIÓN, PROCESAMIENTO DE GAS Y PETROQUIMICA (1986 – 1993).

RESPONSABLE DE LA CERTIFICACION EN CALIDAD DE LOS COMPLEJOS Y UNIDADES PETROQUIMICAS (1994).

**EXFUNCIONARIO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO OCUPANDO LOS CARGOS DE GERENTE DE PROYECTOS DE PROCESO Y ASISTENCIA TECNICA (1996-1998), GERENTE DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN (1999-2000), DIRECTOR EJECUTIVO DE CAPACITACIÓN (2000-2004) Y DIRECTOR EJECUTIVO DE INGENIERIA DE PROCESOS (2004-2005).**

RESPONSABLE DE LA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE LA LINEA DE NEGOCIO DE CAPACITACIÓN (2000) Y DE LAS LINEAS DE NEGOCIOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS (2004).

ASISTIO A PEMEX COMO JEFE DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA EXPANSION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO 3 EN PAJARITOS (2004).

ASISTIO A PEMEX DURANTE EL ARRANQUE DE LA PLANTA COMBINADA DE LA REFINERIA DE CD. MADERO Y A LA PLANTA HIDRODESULFURADO RA DE GASOLINA DE COQUE 819949.

**EXPRESIDENTE NACIONAL DEL INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUIMICOS (IMIQ) (2002).**

**PRESIDENTE DEL COMITÉ TÉCNICO DE PETROQUÍMICA, IMIQ. (2003 A LA FECHA).**

MIEMBRO DEL CONSEJO CONSULTIVO DEL IMIQ. (2003 A LA FECHA)

ASESOR TÉCNICO DEL CONSEJERO PROFESIONAL DE PEMEX ROGELIO GASCA NERI, 2011-2012.

MIEMBRO DEL CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS NACIONALES (CEEN) (2019 A LA FECHA).

MIEMBRO DEL OBSERVATORIO CIUDADANO DE ENERGÍA. (2021)

VICEPRESIDENTE RAMAS INDUSTRIALES, (FMPQ). (2015 A LA FECHA).

**EXACADÉMICO DE LA FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM (1991-2012).**

**ACADEMICO TITULAR DE LA ACADEMIA DE INGENIERIA. (2005 A LA FECHA).**

ASESOR EN PROYECTOS DE PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN SENER INGENIERIA Y SISTEMAS (2007-2012).

ASESOR EN PROYECTOS DE PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN VARIAS EMPRESAS NACIONALES E INTERNACIONALES. (2006 A LA FECHA).

ASESOR EN FINANZAS INTERNACIONALES. (2013 A LA FECHA).

MAESTRO NACIONAL DE AJEDREZ, (1978 A LA FECHA).