



Prospectiva de petrolíferos  
2006-2015

## SECRETARÍA DE ENERGÍA

---

**FERNANDO CANALES CLARIOND**  
Secretario de Energía

**ALEJANDRO DIECK ASSAD**  
Subsecretario de Planeación Energética  
y Desarrollo Tecnológico

**HÉCTOR MOREIRA RODRÍGUEZ**  
Subsecretario de Hidrocarburos

**JOSÉ ALBERTO ACEVEDO MONROY**  
Subsecretario de Electricidad

**OSCAR JAVIER TORRE GÓMEZ**  
Oficial Mayor

**RAFAEL OBREGÓN CASTELLANOS**  
Director General  
de Planeación Energética

**SILVIA MARROQUÍN LARA**  
Jefa de la Unidad  
de Comunicación Social

**DIRECCIÓN GENERAL  
DE PLANEACIÓN ENERGÉTICA**

---

**Prospectiva de petrolíferos  
2006-2015**



SECRETARÍA DE ENERGÍA

MÉXICO, 2006

## Responsables:

**RAFAEL OBREGÓN CASTELLANOS**

Director General  
de Planeación Energética

**VIRGINIA DONIZ GONZÁLEZ**

Directora de Integración  
de Política Energética Nacional

## Colaboradores:

**JUAN IGNACIO NAVARRETE BARBOSA**

Subdirector de Políticas  
de Combustibles

**JUAN ROBERTO LOZANO MAYA**

Jefe de Departamento  
de Programas Sectoriales

## Edición:

**JOSÉ ALBERTO DÍAZ MONTAÑO**

Director de Difusión

**NIDIA ISABEL CEBALLOS MARTIÑÓN**

Subdirectora de Comunicación Gráfica

**ROSA MARÍA NORIEGA MORALES**

Jefa del Departamento de Diseño Gráfico

**LUCERO GONZÁLEZ MARTÍNEZ**

Diseñadora Gráfica

© Secretaría de Energía  
Primera edición, 2006

Derechos reservados.  
Secretaría de Energía  
Insurgentes Sur 890  
Col. Del Valle  
CP 03100  
México, DF  
ISBN: 968-874-201-5  
Impreso en México  
[www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

*Portada: Refinería de Salamanca, Guanajuato.*

**Agradecemos la valiosa participación de las siguientes dependencias, entidades, organismos e instituciones para la integración de esta prospectiva**

*Pemex Corporativo*

*Pemex Refinación*

*Comisión Federal de Electricidad*

*Comisión Nacional para el Ahorro de Energía*

*Instituto Mexicano del Petróleo*

*Cementos Cruz Azul*

*Cementos Holcim Apasco*

*Cementos Lafarge*

*Cementos Mexicanos*

*Secretaría de Economía*



# Índice

- 9 **Presentación**
- 11 **Introducción**
- 13 **Resumen ejecutivo**
- 15 **Capítulo uno**
  - Panorama internacional de la industria de refinación**
  - 1.1 Capacidad mundial de refinación
  - 1.2 Consumo mundial de petrolíferos
  - 1.3 Tendencias esperadas a nivel internacional en el sector transporte
  - 1.4 Consumo de combustibles en el sector eléctrico
  - 1.5 Cambios en la industria de refinación en Estados Unidos
  - 1.6 Retos de la industria mundial de refinación
  - 1.7 Impacto de las restricciones de la capacidad de refinación en los precios del crudo
  - 1.8 Prospectiva de la capacidad mundial de refinación
  - 1.9 Comercio mundial de petrolíferos
  - 1.10 Requerimientos de inversión en la industria mundial de refinación
- 27 **Capítulo dos**
  - Marco regulatorio y normativo del mercado de petrolíferos**
  - 2.1 Marco legal
    - 2.1.1 Normatividad ecológica
    - 2.1.2 Emisiones a la atmósfera
      - 2.1.2.1 De fuentes fijas
      - 2.1.2.2 De fuentes móviles
      - 2.1.2.3 Calidad de los combustibles
      - 2.1.2.4 Mediciones de concentraciones(atmósfera)
    - 2.1.3 Normas emergentes
  - 2.2 Organización del sector petrolero
  - 2.3 Lineamientos generales de política energética
  - 2.4 Programa Sectorial de Energía 2001-2006
    - 2.4.1 Líneas de Acción
- 35 **Capítulo tres**
  - Mercado nacional de petrolíferos 1995-2005**
  - 3.1 Sistema Nacional de Refinación (SNR)
  - 3.2 Producción nacional de petrolíferos, 1995-2005
  - 3.3 Demanda nacional de petrolíferos, 1995-2005
    - 3.3.1. Sector transporte

- 3.3.1.1 Transporte terrestre
  - 3.3.1.1.1 Desarrollo del parque vehicular nacional, 2004-2005
- 3.3.1.2 Transporte aéreo
- 3.3.1.3 Demanda regional
- 3.3.2 Sector eléctrico
  - 3.3.2.1 Público
  - 3.3.2.2 Privado (autogeneración)
- 3.3.3 Sector industrial
  - 3.3.3.1 Demanda Regional
- 3.3.4 Sector petrolero
- 3.4 Comercio exterior de petrolíferos, 1995-2005
- 3.5 Figuras de la demanda regional de petrolíferos 2005

## 75 **Capítulo cuatro**

### Evolución de la oferta y demanda nacional de petrolíferos, 2006-2015

- 4.1 Perspectivas del SNR y su impacto en la producción de petrolíferos, 2006-2015
- 4.2 Demanda nacional de petrolíferos, 2006-2015
  - 4.2.1 Sector transporte
  - 4.2.2 Sector eléctrico
    - 4.2.2.1 Público
    - 4.2.2.2 Privado (autogeneración)
  - 4.2.3 Sector industrial
  - 4.2.4 Sector petrolero
- 4.3 Comercio exterior de petrolíferos, 2006-2015
- 4.4 Tendencias tecnológicas del autotransporte
  - 4.4.1 Desarrollo del parque vehicular
  - 4.4.2 Tecnología de motores a diesel
  - 4.4.3 Tecnología híbrida

## 109 **Capítulo cinco**

### Programas de ahorro de energía

- 5.1 Sector Transporte
- 5.2 Programas de Ahorro de Energía en Instalaciones Industriales
  - 5.2.1 Empresas paraestatales
  - 5.2.2 Empresas privadas
- 5.3 Normalización

## 115 **Anexos**

- 1) Glosario de términos
- 2) Metodología para la determinación de la demanda de petrolíferos
- 3) Abreviaturas y siglas
- 4) Factores de conversión

## 137 **Bibliografía**

## 139 **Referencias para la recepción de comentarios**

# Presentación

Cubrir la demanda de petrolíferos del país de manera oportuna, competitiva y con la calidad requerida, representa uno de los grandes retos del sector energético mexicano.

En la industria de refinación nacional se han hecho grandes esfuerzos desde principios de los años noventa, iniciándose un ambicioso programa de modernización y reconfiguración de instalaciones. Las transformaciones tecnológicas necesarias para un mejor aprovechamiento del crudo procesado en nuestras refinerías han sido continuas. Durante 2005 se normalizaron las operaciones de las refinerías reconfiguradas de Cadereyta y Madero, con una mejoría notable en los márgenes de utilidad. Se inició la reconfiguración de la refinería de Minatitlán y se realizaron trabajos complementarios en las de Cadereyta, Madero, Tula y Salamanca para mejorar su eficiencia operativa, la seguridad industrial y la calidad de los combustibles.

La planeación de largo plazo del Sistema Nacional de Refinación contempla la creciente oferta de crudo extra pesados, lo cual implica asegurar su óptimo aprovechamiento al tiempo que se incrementa la participación de los refinados de mayor valor en la mezcla de producción, y se reduce su contenido de azufre para cumplir con la normatividad orientada a la preservación del ambiente y el bienestar de la población.

Otros proyectos estratégicos contemplados para satisfacer la creciente demanda de combustibles del mercado interno, es la reconfiguración mediante trenes de coquización en Salamanca y Tula, la modernización de la refinería de Salina Cruz y un nuevo tren de refinación para incrementar la capacidad de destilación atmosférica a 2.155 millones de barriles diarios en 2015, es decir 40% más respecto a nuestros niveles actuales.

En forma paralela se han hecho esfuerzos importantes por mejorar la eficiencia y competitividad del aparato de distribución y comercialización de combustibles, incrementándose sustancialmente en número de estaciones de servicio, mejorándose la fiabilidad de los dispensarios y reduciendo el robo y el comercio ilícito de combustibles.

Los retos que se han venido enfrentando son permanentes y requieren de una atención especial al cumplimiento de los programas de inversión planteados para poder contar con una industria de refinación moderna, rentable y eficiente, que coadyuve a mejorar la balanza comercial y se oriente cada vez más a generar productos de mayor valor agregado.

Es así que se enfrenta una de las prioridades fundamentales de la política energética, que es la de ofrecer a México una industria de refinación pujante y competitiva, lo cual exige de un compromiso para continuar con la mejora de los procesos, la modernización de instalaciones, el desarrollo de capacidades técnicas y la optimización de los canales de distribución.

**Fernando Canales Clariond**  
Secretario de Energía

# Introducción

La Secretaría de Energía publica la *Prospectiva de petrolíferos* con el fin de proporcionar información actualizada y confiable sobre la evolución de los últimos 10 años del mercado de gasolinas automotrices, diesel, combustóleo, turbosina y coque de petróleo, así como para analizar su comportamiento esperado y los requerimientos de capacidad adicional para el periodo 2006-2015.

El capítulo uno proporciona una visión amplia del entorno mundial de la industria de refinación, por lo que se analiza la capacidad mundial de refinación de 1995 a 2005 a nivel regional y de los principales países que cuentan con la mayor capacidad. Además, se describe el comportamiento del consumo mundial de petrolíferos por región y producto. Dado que la industria automotriz representa el sector de mayor crecimiento a nivel mundial en su demanda de productos refinados, en este capítulo se presentan las tendencias esperadas en este sector en el ámbito internacional. Asimismo, se describe brevemente el consumo esperado de petrolíferos en el sector eléctrico mundial. Por otra parte, se estudian otros temas como son: los cambios en la industria de refinación, básicamente de Estados Unidos; los retos de la industria mundial de refinación y la prospectiva de la capacidad mundial de refinación, entre otros.

El capítulo dos contempla el marco jurídico que rige el mercado nacional de los petrolíferos; la normatividad ambiental a la que se sujeta la industria nacional de refinación, donde se destaca la entrada en vigor de la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005; la organización del sector petrolero, así como los lineamientos marcados por el *Programa Sectorial de Energía 2001-2006* referente a la producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de los combustibles.

En el capítulo tres se pueden apreciar los cambios realizados en la infraestructura, capacidad instalada y el tipo de crudo procesado para la operación del Sistema Nacional de Refinación de 1995 a 2005. Se describe la oferta y demanda nacional de petrolíferos, esta última a nivel sectorial y regional. Asimismo, al final del capítulo se incluyen los balances oferta-demanda de cada petrolífero y los flujos interregionales de cada producto.

Los temas desarrollados en el capítulo cuatro incluyen: el análisis de las perspectivas del Sistema Nacional de Refinación y su impacto en la producción de petrolíferos para el horizonte 2006-2015; el crudo procesado por tipo; los requerimientos de inversión para poder cubrir la mayor parte de la demanda interna, así como la demanda esperada por sector de consumo y a escala regional. Al igual que en el capítulo tres, este capítulo concluye con los balances prospectivos de cada petrolífero analizado.

El capítulo cinco presenta las acciones que lleva a cabo la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía para hacer más eficientes los potenciales de ahorro de energía agrupados en: sector transporte, instalaciones industriales (empresas paraestatales y privadas) y Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética también relacionada, indirectamente, con el ahorro en el consumo de petrolíferos.

Esta Prospectiva consta además de cuatro anexos. El primero, incluye el glosario de términos; el segundo, la metodología utilizada para las proyecciones de demanda de petrolíferos; el tercero, las abreviaturas y siglas y el cuarto, los factores de conversión. Se incluyen, además, las fuentes bibliográficas fundamentales para la elaboración del presente documento. Por último, existe un apartado que contiene los datos de referencia para la recepción de comentarios para todos los usuarios interesados en este mercado.

# Resumen ejecutivo

**D**urante 2005, la capacidad mundial de refinación<sup>1</sup> se ubicó en 85,702 miles de barriles diarios (mbd), cifra 0.8% superior a la registrada en 2004, uno de los crecimiento más bajos registrados en los últimos cinco años. De esta capacidad, 52% se localiza en los países de la OCDE.

México se ubica en el quinceavo lugar a nivel internacional con 1,540 mbd de capacidad de destilación primaria y el cuarto en América después de Estados Unidos, Brasil y Canadá. Aunque cabe destacar que la producción de crudo en México es superior a la de Brasil en más del doble y 23.4% mayor que la de Canadá.

La normatividad de protección al ambiente es un aspecto fundamental al que la industria de refinación debe apegarse para la preservación y mejoramiento del mismo. Impulsar el mejoramiento de los niveles de cumplimiento de la normatividad ambiental y desarrollar, mantener y fortalecer la política de combustibles más limpios es uno de los objetivos rectores del sector energético.

Desde que se publicó la NOM-086-SEMARNAT-1994, Pemex ha incorporado avances en la mejora de sus combustibles desde el punto de vista ambiental, de tal manera que se eliminó la producción de gasolina Nova y ahora se produce la denominada Premium, entre otros, por lo que fue necesario modificar dicha NOM para incluir especificaciones a la gasolina Premium e incluir los cambios que se han dado en ellas. De esta manera, el 30 de enero de 2006 la Semarnat publicó la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

Las especificaciones de los combustibles fósiles, citados en dicha norma, tienen por objeto disminuir significativamente las emisiones a la atmósfera, acorde con las características de los equipos y sistemas de combustión que los utilizan en fuentes fijas y en el transporte.

De 1995 a 2005, la oferta nacional de gasolinas automotrices se ha incrementado 0.4% alcanzando, en el último año, 439.5

---

<sup>1</sup> Capacidad de destilación atmosférica.

miles de barriles diarios (mbd). Por su parte, la demanda ha crecido a un ritmo de 3.4% en promedio anual, como resultado del incremento del parque vehicular, alcanzando un volumen de 672.1 mbd. De esta manera, la oferta interna cubrió 65% de la demanda nacional y el resto se satisfizo con importaciones.

En dicho periodo, la producción de combustóleo presentó una disminución de 1.8% en promedio anual y de manera similar, su demanda interna se redujo 1.6%, principalmente por el menor consumo del sector eléctrico.

En 2005 la producción de diesel bajó 2.0% debido a una menor disponibilidad temporal de capacidad en algunas refinerías del sistema. Por su parte la demanda aumentó 10%, lo que se tradujo en importaciones de 24.8 mbd en dicho año.

Por su parte, en el mercado de turbosina la producción logró un incremento de 1.8% en 2005, de manera similar al aumento de la demanda de 1.9%. Como resultado, la balanza comercial presentó un saldo positivo con exportaciones por 6.9 mbd.

El coque de petróleo ha representado un combustible alternativo en la industria, por lo que su demanda ha crecido en los últimos 10 años a una tasa de 26.1%. Dado que actualmente sólo se cuenta con dos coquizadoras en el SNR, la producción nacional cubrió 43% de los requerimientos del país a lo largo de 2005, hecho que se tradujo en importaciones por 2.089 millones de toneladas.

Hacia 2015, entre los principales proyectos figuran: la conclusión del proyecto de la reconfiguración de Minatitlán en 2008; la terminación de la reconfiguración de Salina Cruz; la incorporación de un nuevo tren de refinación y el proyecto de cogeneración en Tula para 2012. Para poder llevar a cabo los proyectos mencionados, Pemex Refinación requiere de inversiones por 141,857 millones de pesos

Con base en los rendimientos esperados, la producción de combustibles estará orientada, principalmente, hacia un mayor volumen de gasolinas con una tmca de 6.1% en el periodo 2005-2015. Cabe destacar que la oferta de este energético pasará de 439.5 mbd a 796.5 mbd, con lo cual hacia 2015 se logrará satisfacer 81% de la demanda interna, reduciendo así las importaciones de gasolinas 17.5% respecto a 2005.

En el caso del diesel, se pronostica que el país será importador, de 2006 a 2011. Sin embargo, se espera que con el incremento de la producción se comience a ser autosuficiente para satisfacer la demanda interna a partir de 2012, con lo cual se tendrá un saldo superavitario de 2.4 mbd en 2015.

En lo relacionado con la turbosina, se espera un déficit de 32.2 mbd para el 2015 debido a una mayor demanda por la incursión de las nuevas líneas aéreas.

En el caso del combustóleo se prevé un equilibrio entre oferta y demanda hasta el 2011 para, posteriormente, recurrir a las importaciones a fin de cubrir la demanda interna. En 2015, dichas importaciones representarían 13% de la demanda interna, es decir 39.6 mbd.

Por su parte, el coque de petróleo presentará un saldo deficitario de 2006 a 2011 debido a que se está intensificando su uso en las industrias. Por ello Pemex planea instalar nuevas coquizadoras, a fin de que a partir de 2012 se cuente con una mayor capacidad en las refinerías del país.

Con la realización del proyecto de calidad de combustibles y la conclusión de las reconfiguraciones se logrará una mayor modernización tecnológica de las instalaciones, se mejorarán los procesos productivos, se alcanzará una mayor rentabilidad en la empresa, se ampliará la oferta de combustibles con una mayor calidad, permitirá aumentar la autosuficiencia energética en los próximos años, se inducirá una incorporación paulatina de vehículos mas eficientes y se contribuirá al cuidado ambiental con un consecuente beneficio social.

Dado el crecimiento en el consumo de gasolina y diesel que se ha registrado en los últimos años, como consecuencia del aumento en el parque vehicular, entre otros factores, se estima que en la misma proporción crece la oportunidad para ahorrar energía en este sector. El aprovechamiento de estos potenciales de ahorro hacen necesario el poner en marcha un conjunto de acciones sistemáticas y ordenadas, sobre una compleja diversidad de temas y actores.

En virtud de esta complejidad, y con el propósito de analizar, identificar y aprovechar las oportunidades existentes para el mejoramiento de la eficiencia energética en el transporte de bienes y personas, la Conae creó la Subcomisión para el Ahorro de Energía en el Transporte.

Asimismo, la Conae participa en diversos grupos de trabajo, comités y subcomités especializados en temas de transporte para asegurar la calidad y aplicabilidad de las acciones y servicios que presta. En este sentido, brinda apoyo al desarrollo e instrumentación de programas específicos de ahorro de energía en empresas de transporte, a través de la aplicación de las metodologías, herramientas computacionales, manuales y guías que la propia Comisión ha elaborado para la identificación, valoración y aprovechamiento de potenciales de ahorro.

# Panorama internacional de la industria de refinación

Los productos obtenidos de la refinación del petróleo se mantienen como la fuente más importante de energía primaria en el mundo, y lo seguirán siendo en el futuro. Esta industria ha evolucionado para satisfacer un mercado en constante evolución, asociado principalmente a las exigencias de la normatividad ambiental y a los avances tecnológicos para hacerla más eficiente, rentable, segura y limpia.

La industria automotriz representa el sector de mayor crecimiento a nivel mundial en su demanda de productos refinados debido a que actualmente no hay un combustible alternativo que compita con el petróleo en este segmento del mercado.

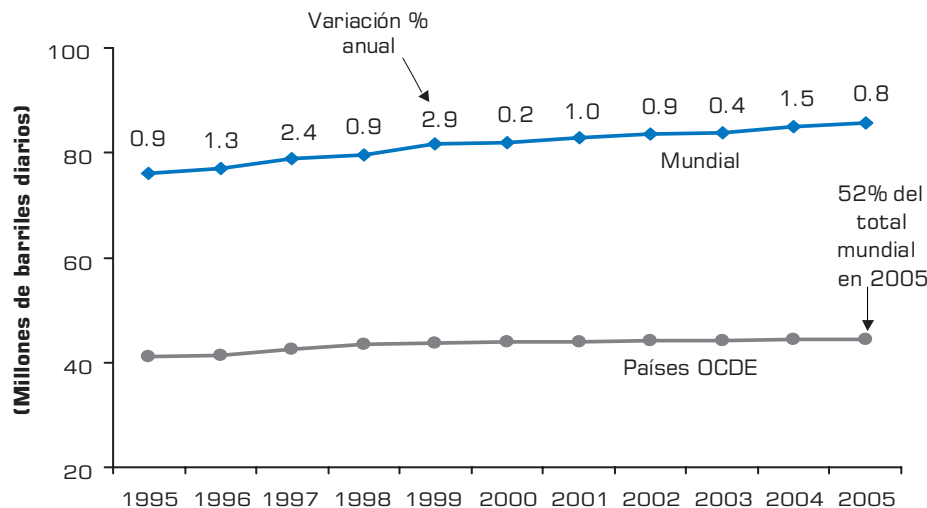
Sin embargo, actualmente la industria mundial de refinación no atraviesa por los mejores momentos de su historia. Entre los setentas y noventas, la industria contaba con una capacidad de refinación superavitaria debido a la sobre inversión que se tuvo en esas décadas. Como resultado de una creciente demanda por productos refinados durante los últimos años, su capacidad de reserva ha disminuido rápidamente y mucho más aún su flexibilidad de producción. De esta manera, las adiciones de capacidad en los próximos años serán esenciales para cubrir la creciente demanda de productos refinados.

## 1.1 Capacidad mundial de refinación

Durante 2005, la capacidad mundial de refinación<sup>1</sup> se ubicó en 85,702 miles de barriles diarios (mbd), cifra 0.8% superior a la registrada en 2004, uno de los crecimiento más bajos registrados en los últimos cinco años. De esta capacidad, 52% se localiza en los países de la OCDE. Cabe señalar que de 1995 a 2005 el mayor incremento en la capacidad de refinación a nivel mundial, se presentó en 1999 con un aumento de 2.9% al pasar de 79,519 mbd a 81,788 mbd (véase gráfica 1).

<sup>1</sup> Capacidad de destilación atmosférica.

**Gráfica 1**  
**Capacidad de refinación mundial y de la OCDE**  
**(millones de barriles diarios y variación % anual)**



Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006.

Pese a que en 2005 los precios internacionales del petróleo continuaron con una tendencia a la alza, la demanda de petróleo se reactivó como efecto del crecimiento económico de las principales economías del mundo, como Estados Unidos y China. Ello colocó la demanda mundial de crudo con un incremento de 1.3% en tanto que la oferta sólo creció 1%.

No obstante, aún con los altos precios de los últimos años, no se han llevado a cabo grandes proyectos de inversión en la industria petrolera que aumenten la producción de petróleo crudo. Asimismo, en la última década, Estados Unidos y Europa no han invertido en nuevas refinerías, por lo que el sistema mundial de refinación permanece limitado, sobre todo para procesar volúmenes crecientes de crudos pesados.

Estados Unidos cuenta con la mayor capacidad de refinación a nivel mundial que se ubicó en 17.335 millones de barriles diarios (mmbd) en 2005, lo que representa 20% del total mundial. En los últimos 10 años, su capacidad se incrementó a una tasa promedio de 1.2% anual.

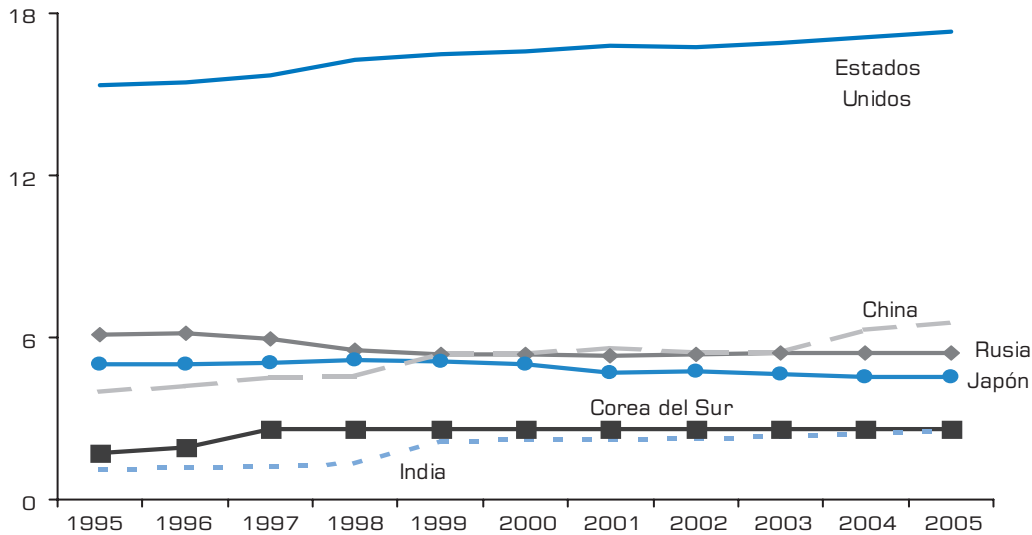
En segundo lugar se ubica China con 6.587 mmbd que representa 7.7% del total mundial. Cabe señalar que en 1995 China se ubicaba por debajo de la Federación Rusa y de Japón, pero en 1999 logró incrementar su capacidad

de refinación a niveles similares a los de ambos países y en 2003 mostró un importante repunte mediante el cual superó a estas dos potencias. Es decir, su capacidad de refinación se incrementó 5.1% en promedio anual, lo cual se atribuye a su dinamismo económico e industrial. Actualmente China es el segundo mayor consumidor de energía y el segundo mayor productor en esta materia.

Asimismo, la India ha logrado un destacado crecimiento en su capacidad de refinación de productos refinados con una tasa de 8.5% en promedio anual, misma que se duplicó al pasar de 1.113 mmbd en 1995 a 2.558 mmbd en 2005 (véase gráfica 2).



**Gráfica 2**  
**Principales países con mayor capacidad de refinación, 1995-2005**  
 (millones de barriles diarios)



Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006.

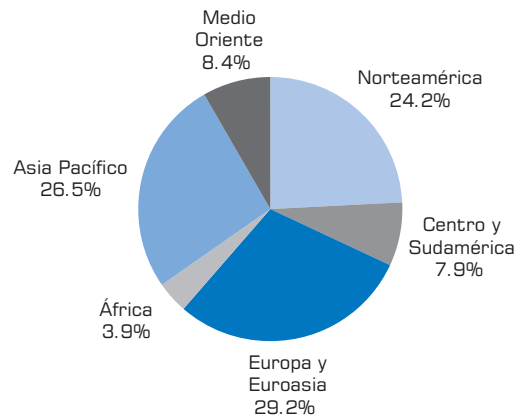
A nivel regional, Asia-Pacífico es la segunda región con mayor capacidad de refinación con 26.5% del total mundial. El primer lugar lo ocupa Europa y Euroasia, que incluye la Federación Rusa, con 29.2% del total mundial. El tercer lugar le corresponde a Norteamérica con 24.2% del total.

Medio Oriente se caracteriza por ser una región productora y exportadora de crudos, ya que ocupa el cuarto lugar con 8.4%. América Central y Sudamérica poseen 7.9% del total de la capacidad mundial, mientras que África contabiliza 3.9% del total mundial.

México se ubica en el quinceavo lugar a nivel internacional con 1.540 mmbd de capacidad de destilación primaria y el cuarto en América después de Estados Unidos, Brasil y Canadá. Aunque cabe destacar que la producción de crudo de México es superior a la Brasil en más del doble y 23.4% mayor que la de Canadá (véase gráfica 4).

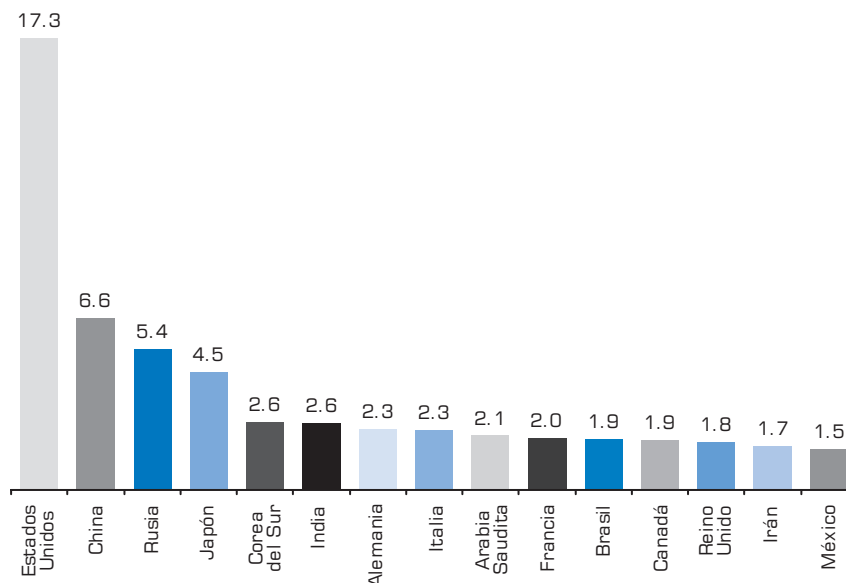
**Gráfica 3**  
**Capacidad mundial de refinación, 2005**  
 (participación %)

Total mundial 85.702 millones de barriles diarios



Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006.

**Gráfica 4**  
**Principales países con mayor capacidad de refinación, 2005**  
**(millones de barriles diarios)**



Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006

## 1.2 Consumo mundial de petrolíferos

En 2005 la demanda mundial de petrolíferos se ubicó en 82,459 mmbd, con un incremento de 1.2% respecto a 2004. El consumo de destilados intermedios (turbosina y diesel) representó 36% del total, seguido de destilados ligeros (gasolinas) con 31%, otros como gas LP, solventes, coque de petróleo y lubricantes absorbieron 21% y el 12% restante se atribuyó al uso del combustóleo.

En los últimos 10 años el consumo mundial de petrolíferos se ha incrementado a una tasa de 1.7% en promedio anual, donde se observa en particular una tendencia al menor uso de combustóleo con una tasa de -1.0% en promedio anual. El consumo de este último pasó de 11,248 mbd en 1995 a 10,150 mbd en 2005. Por su parte, los destilados intermedios han crecido a un ritmo de 2.3% en promedio anual (véase cuadro 1 y gráfica 5).

A nivel regional, durante 2005 sólo en Norteamérica se observa que 44% del consumo de petrolíferos corresponde a destilados ligeros y casi una tercera parte a destilados intermedios, mientras que en Europa se presentan patrones de consumo distintos, es decir, la proporción es de 46% de destilados intermedios y 23% de destilados ligeros. En el resto del mundo, el consumo de destilados intermedios se mantiene por arriba de los destilados ligeros con participaciones variadas (véase cuadro 2).

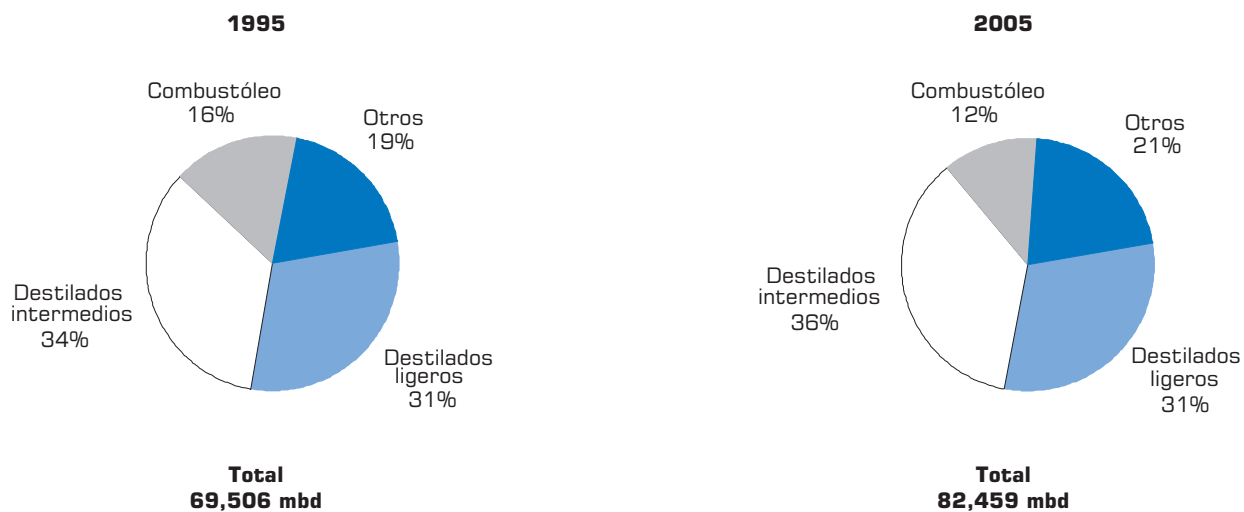


**Cuadro 1**  
**Consumo mundial de petrolíferos**  
**(miles de barriles diarios)**

|                        | 1995          | 1996          | 1997          | 1998          | 1999          | 2000          | 2001          | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | tmca       |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Destilados ligeros     | 21,236        | 21,717        | 22,541        | 22,988        | 23,405        | 23,400        | 23,588        | 24,192        | 24,536        | 25,178        | 25,319        | 1.8        |
| Destilados intermedios | 23,682        | 24,732        | 25,420        | 25,423        | 26,160        | 26,593        | 27,130        | 27,153        | 27,804        | 28,966        | 29,584        | 2.3        |
| Combustóleo            | 11,248        | 10,992        | 10,971        | 10,940        | 10,613        | 10,381        | 10,014        | 9,696         | 9,807         | 9,956         | 10,150        | -1.0       |
| Otros                  | 13,339        | 13,685        | 14,311        | 14,243        | 14,908        | 15,405        | 15,648        | 16,239        | 16,508        | 17,344        | 17,406        | 2.7        |
| <b>Total</b>           | <b>69,506</b> | <b>71,126</b> | <b>73,244</b> | <b>73,594</b> | <b>75,087</b> | <b>75,779</b> | <b>76,379</b> | <b>77,280</b> | <b>78,655</b> | <b>81,444</b> | <b>82,459</b> | <b>1.7</b> |

Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006

**Gráfica 5**  
**Consumo mundial de petrolíferos**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006

**Cuadro 2**  
**Consumo mundial de petrolíferos por región, 2005**  
 (miles de barriles diarios)

|                        | Norteamérica  | América Central y del Sur | Europa        | Ex URSS      | Oriente Medio | África       | Ásia Pacífico | China        | Japón        |
|------------------------|---------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Destilados ligeros     | 10,970        | 1,227                     | 3,758         | 923          | 1,210         | 631          | 6,600         | 1,749        | 1,819        |
| Destilados intermedios | 7,188         | 1,872                     | 7,572         | 1,146        | 1,816         | 1,180        | 8,810         | 2,425        | 1,880        |
| Combustóleo            | 1,390         | 704                       | 1,882         | 699          | 1,473         | 477          | 3,526         | 899          | 698          |
| Otros                  | 5,326         | 973                       | 3,203         | 1,168        | 1,240         | 475          | 5,021         | 1,915        | 962          |
| <b>Total</b>           | <b>24,875</b> | <b>4,776</b>              | <b>16,415</b> | <b>3,936</b> | <b>5,739</b>  | <b>2,763</b> | <b>23,957</b> | <b>6,988</b> | <b>5,360</b> |

Fuente: BP, *Statistical review of world energy*, June 2006

### 1.3 Tendencias esperadas a nivel internacional en el sector transporte

#### Países OCDE

Un porcentaje importante de los productos refinados se utilizan en el sector transporte y se espera que su uso predomine, ya que no se ha encontrado un mejor sustituto, por lo cual es importante el análisis de este sector en virtud de las tendencias que determinarán cambios tecnológicos en dicha industria.

A diferencia de los Estados Unidos, se prevé que la demanda energética del sector transporte en los países europeos de la OCDE permanezca sin grandes cambios durante los próximos años. El bajo crecimiento poblacional, los altos impuestos sobre los combustibles vehiculares y el endurecimiento de las políticas ambientales contribuirán al crecimiento moderado del sector transporte en la región europea de la OCDE. De hecho, se estima que la participación de este sector dentro del uso total de energía en esta región decrecerá de 23% en 2003 a cerca de 20% en 2030<sup>2</sup>.

Los productos petrolíferos continúan siendo la mayor fuente de energía para el transporte en la parte europea de la OCDE. Pese a que se espera que el uso de la gasolina sea mayor que el del diesel en todos los países que pertenecen a la OCDE, el combustible dominante en la parte europea será el diesel. La proyección del *International Energy Outlook 2006* para la región europea de la OCDE prevé que la mayoría

de los países mantendrán menores sus impuestos sobre el diesel con respecto a la gasolina hasta 2030, promoviendo a mediano plazo un cambio en los consumidores hacia el uso del diesel. Por otra parte, se estima que la demanda de combustibles para la aviación en la región se modere, como reflejo de un crecimiento menos acelerado del transporte aéreo.

En Japón, se estima que el consumo energético en el sector transporte disminuirá a una tasa anual de 0.4%, al pasar de 4.3 trillones de BTU<sup>3</sup> en 2003 a 4.2 trillones de BTU en 2015 y 3.9 trillones de BTU en 2030. Este decremento se deberá principalmente al envejecimiento de la población japonesa y a una baja tasa de natalidad proyectada, así como a los altos impuestos gravados sobre los conductores. Cabe señalar que los vehículos de pasajeros en Japón están sujetos a numerosos impuestos por concepto de adquisición, propiedad y operación, los cuales buscan reducir la dependencia de las importaciones de petróleo y asegurar el financiamiento del gobierno para proyectos de infraestructura.

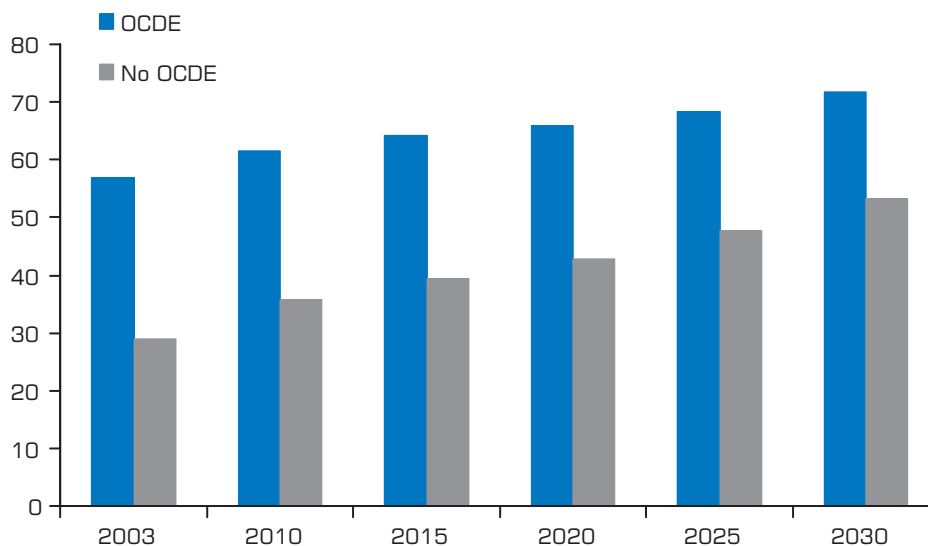
En Corea del Sur, el crecimiento de la demanda de energía para el sector transporte será de 1.2% anual, al pasar de 1.8 trillones de BTU en 2003 a 2.1 trillones de BTU en 2015 y 2.4 trillones de BTU en 2030. La demanda total de petróleo de Corea del Sur crecerá a una tasa de 1.7% anual, al pasar de 4.5 trillones de BTU en 2003 a 7.2 trillones de BTU en 2030 (véase gráfica 6).

<sup>2</sup> *International Energy Outlook 2006*, Energy Information Administration, p. 22.

<sup>3</sup> 10<sup>15</sup>.



**Gráfica 6**  
**Consumo final de energía en el sector transporte para países miembros y no miembros de la OCDE, 2003-2030 (petaBTU<sup>1</sup>)**



<sup>1</sup>10<sup>15</sup> BTU.

Fuente: *International Energy Outlook*, Energy Information Administration, 2006.

### Países no pertenecientes a la OCDE

Se estima que la demanda energética del sector transporte en los países que no pertenecen a la OCDE crecerá a una tasa media de 2.3% por año, al pasar de 28.9 trillones de BTU en 2003 a 39.3 trillones de BTU en 2015 y 53.3 trillones de BTU en 2030. Al igual que en los países de la OCDE, el crecimiento en la demanda energética para el transporte estará impulsada por una mayor demanda de viajes aéreos. Asimismo, el crecimiento del número de automóviles particulares y un mayor desarrollo de los servicios terrestres para el transporte foráneo, son factores que también inciden significativamente en el aumento de la demanda energética. En 2003, las economías no pertenecientes a la OCDE representaron cerca de 34% del consumo energético mundial en el sector transporte. En 2030, se estima que esta participación se eleve a 43%.

La región asiática no perteneciente a la OCDE será la que presente el mayor y más significativo crecimiento en el consumo energético en el sector transporte, siendo China e India los principales impulsores de esta expansión. Asimismo, se proyecta un crecimiento robusto en los economías medianas de Asia, tales como Tailandia e Indonesia. Cabe señalar que el PIB conjunto de China e India creció a una tasa media anual de 7.8% la pasada década y los pronósticos a mediano plazo

estiman que su ritmo se mantenga en ascenso a una media anual de 5.8% hasta 2030.

Los mayores obstáculos previstos en el crecimiento energético del sector transporte en China e India son la necesidad creciente de infraestructura. India cuenta con un sistema ferroviario amplio y efectivo, pero su red de carreteras requiere expandirse, si bien han comenzado los trabajos respectivos a un plan carretero para enlazar las principales ciudades de ese país, se prevé que esté terminado en cinco años. Igualmente, en China se han hecho inversiones similares en infraestructura en los últimos años. Con estas mejoras, la tenencia de vehículos en Asia podría inclusive exceder a la de los Estados Unidos en 2030.

Se prevé que la demanda energética de China en el sector transporte crecerá a una tasa media anual de 4.1% durante el periodo proyectado, al pasar de 4.6 trillones de BTU en 2003 a 7.8 trillones de BTU en 2015 y 12.9 trillones de BTU en 2030. Prácticamente todo el crecimiento esperado será a través de productos petrolíferos. La transportación terrestre es el factor principal para impulsar la demanda china por combustibles para el transporte; en 2002 existían en China 4.9 millones de automóviles, contra 129.9 millones en Estados Unidos.

Los viajes personales en China han crecido en las últimas dos décadas y las millas por pasajero se han quintuplicado.

Por su parte, en la India, la demanda energética para el sector transporte crecerá 2.9% anual, al pasar de 1.4 trillones de BTU en 2003 a 2.1 trillones de BTU en 2015 y 3.0 trillones de BTU en 2030. La demanda energética del sector podría crecer incluso más rápido, si todos los proyectos carreteros bajo consideración en ese país se llegan a cumplir. Asimismo, se prevé que el consumo de diesel en la India sea mayor que el de gasolina, contrario a lo que sucede en los Estados Unidos. Cabe señalar que usualmente, el diesel es el combustible de preferencia en algunas economías en desarrollo.

En los países que integran la OCDE, especialmente en los Estados Unidos y Europa, el diesel ultra bajo en azufre se requiere para fines de control de emisiones. Aunque existen leyes similares en muchos países no pertenecientes a la OCDE, incluyendo a la India, éstas son raramente cumplidas y los vehículos continúan empleando una mezcla de menor calidad<sup>4</sup>. En tanto, la demanda energética para el transporte en las otras naciones de Asia no pertenecientes a la OCDE (de las cuales las mayores son Tailandia, Indonesia, Malasia, Singapur, Taiwán y Hong Kong), crecerán a una tasa de 2.3% anual, al pasar de 5.8 trillones de BTU en 2003 a 7.7 trillones de BTU en 2015 y 10.6 trillones de BTU en 2030.

La región de Medio Oriente posee una población relativamente pequeña y es un importante exportador de energía; sin embargo, se prevé que el rápido crecimiento poblacional derive en el futuro en un mayor consumo de energía para el transporte. En este sentido, se prevé que la demanda energética de la región para este sector pasará de 4.2 trillones de BTU en 2003 a 5.2 trillones de BTU en 2015 y 6.2 trillones de BTU en 2030. La demanda de combustibles para el transporte en países tradicionalmente exportadores como Arabia Saudita, Kuwait, Irak, Omán, Emiratos Árabes Unidos, Yemen y principalmente Irán, han convertido a la región en importadora neta de gasolinas en 2003, si bien se espera que dicha tendencia se revierta en 2010, cuando los proyectos adicionales a la capacidad de refinación entren en marcha.

## 1.4 Consumo de combustibles en el sector eléctrico

El uso de combustibles primarios para la generación de electricidad se ha modificado a nivel mundial durante las últimas dos décadas. El carbón se mantiene como el combustible dominante, aunque la generación a base de energía nuclear se incrementó de los setentas hasta mediados de los ochentas y el uso de gas natural para la generación de electricidad creció rápidamente en los ochentas y noventas. En contraste, el uso de petrolíferos para la generación de electricidad ha sido muy lento desde los setentas. Los altos precios del petróleo han ocasionado el cambio de combustóleo a gas natural y en algunos casos a la energía nuclear, además de que ha reforzado el importante rol del carbón para la generación de electricidad. De manera similar, los altos precios relativos de los combustibles fósiles han despertado en algunos países el interés en la energía nuclear y han hecho a las fuentes de energía renovables económicamente más competitivas.

## 1.5 Cambios en la industria de refinación en Estados Unidos

La industria de refinación de los Estados Unidos recientemente ha tenido cambios importantes ocasionados en gran parte por el decremento significativo en la calidad del crudo importado, así como por las restricciones crecientes relativas a la calidad de los petrolíferos. Por ello, los crudos de alta calidad, como el marcador West Texas Intermediate (WTI) que funge como referencia para fijar los futuros del petróleo en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYMEX) son comercializados a niveles récord comparados con la canasta de precios de la OPEP.

El WTI es un crudo ligero y dulce; ligero debido a su baja densidad y dulce porque su contenido de azufre es menor a 0.5% en peso. La combinación de estas características lo perfilan como un aceite crudo ideal para ser refinado en los Estados Unidos, generando un rendimiento mayor de su volumen en forma de productos ligeros, incluyendo tanto a la gasolina como al diesel. Los crudos de alta calidad como el WTI generan casi 70% de su volumen como productos ligeros de alto valor agregado, mientras que aquellos crudos más pesados como el Mars (proveniente de las aguas profundas del Golfo de México) sólo generan cerca de 50% de su volumen como productos ligeros.

El contenido promedio de azufre de las importaciones de crudo de los Estados Unidos se elevó de 0.9% en 1985 a 1.4% en 2005 y se espera que este nivel aumente en las importaciones de los próximos años. Asimismo, los crudos

<sup>4</sup>International Energy Outlook 2006, Energy Information Administration, p. 23.



cada vez se vuelven más pesados y corrosivos que antes, debido principalmente a que los yacimientos de alta calidad fueron los primeros en ser explotados y la preferencia de la industria de refinación por procesar estos crudos de calidad originó el agotamiento de ese tipo de reservas durante los pasados 100 años, reduciendo la participación de los crudos ligeros y dulces en el mercado.

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo a su densidad API, considerada como la medida estándar que se expresa grados API (°API). Cuanto más ligero es un crudo, mayor es su número de °API. Los valores del peso específico relativo en °API para los crudos normales oscila entre 5 y 60 °API. En general, los crudos ligeros que poseen un peso específico elevado en °API, tienen pequeña viscosidad, escasa tendencia aditiva y alta tendencia a emulsificarse. Los grados API se utilizan también para determinar el precio de un crudo determinado, dado que cuanto mayor sea el valor en °API, mayor es la proporción de crudo utilizable, principalmente en fracciones ligeras (nafta, nafta ligera, etc). Desde hace 20 años, la densidad API del crudo importado ha decrecido continuamente, pasando de 32.5 hasta 30.2 °API.

A medida que los insumos para la refinación han disminuido su calidad, la demanda por los petrolíferos de alta calidad se mantiene en ascenso. La Ley de Política Energética de los Estados Unidos (EPA) ha desarrollado nuevas medidas ambientales que requerirán que las refinerías reduzcan en la mayor parte de las gasolinas la cantidad de azufre a 30 partes por millón (ppm) en 2006, cuando a comienzos de la década de 1990 superaba las 400 ppm. Asimismo, a partir de 2006, el diesel deberá situarse por debajo de 15 ppm. Para satisfacer estos requerimientos en las estaciones de servicio, las refinerías deben producir diesel con un contenido de la mitad de ese valor antes de empacarlo en el sistema de distribución, ya que el producto bajo en azufre recoge trazas de azufre a su paso a través del ducto y otros canales de distribución.

Para cubrir las especificaciones de alta calidad con base en insumos cuya calidad es gradualmente menor, se requerirán inversiones cuantiosas por parte de la industria de refinación de los Estados Unidos. El método principal para reducir el contenido de azufre en los combustibles es el hidrot ratamiento, un proceso químico en el que el hidrógeno reacciona con el azufre del crudo para crear gas de sulfuro de hidrógeno que puede ser removido fácilmente del crudo. Los hidrot ratadores están especializados de acuerdo a las corrientes de refinación que procesan. En general, la reducción dramática del contenido de azufre para los combustibles fósiles requerirá duplicar la capacidad de hidrot ratamiento de los Estados Unidos en el año 2030, para pasar de 14 mmbd en 2004 a cerca

de 27 mmbd. Se espera que la mayor parte de la nueva capacidad (23.4 mmbd) esté instalada en 2015.

En lo que se refiere a la reconfiguración para procesar crudos más pesados, existen dos enfoques principales. El primero se refiere a mejorar el crudo para hacerlo más ligero dentro de la región productora, antes de ser enviado a la refinería. Los crudos extra pesados, como aquellos de la región del Orinoco en Venezuela o las arenas bituminosas de Alberta en Canadá, son usualmente mejorados en un proceso que es simultáneamente intensivo en capital y en energía, pero puede generar un producto de alta calidad. La mezcla dulce de *syncrude* de Canadá, producida a partir de las arenas bituminosas, es un crudo sintético (*syncrude*) de alta calidad que llega a comercializarse a niveles cercanos al del WTI; no obstante, el costo del mejoramiento es cercano a los 15 dólares estadounidenses por barril, adicionales al costo de extracción de las arenas bituminosas<sup>5</sup>.

El segundo enfoque se basa en la “conversión” del crudo pesado en productos ligeros directamente en la refinería, dentro de un proceso más habitual de la refinación de los crudos convencionales. Entre los métodos predilectos se encuentra el coquizado térmico, mediante el cual se alimenta el crudo pesado de la unidad de destilación al vacío a una unidad de calentamiento (coquizador) que separa el fluido en cadenas de hidrocarburos más cortas, para enviarlas a las unidades tradicionales de las refinerías. El carbón remanente y casi puro es una sustancia parecida al carbón y conocida como coque de petróleo. El coque acumulado puede ser removido de los tanques de coquización durante el tiempo que no están en uso y éste puede ser vendido, principalmente como combustible para la generación de electricidad.

Las refinerías estadounidenses se encuentran entre las más avanzadas del mundo, y su avance tecnológico seguramente provocará que puedan prepararse mejor para adaptarse y aprovechar las ventajas de los incentivos disponibles por procesar crudos de calidad inferior. Sin embargo, esta adaptación precisará de inversiones futuras y de un tiempo considerable para cristalizarse.

<sup>5</sup> *Annual Energy Outlook 2006*, Energy Information Administration, p. 10

## 1.6 Retos de la industria mundial de refinación

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, se estima que la capacidad mundial de destilación deberá aumentar a 93 mmbd en 2010 y a 118 mmbd en 2030. Las estimaciones de corto plazo se basan en proyectos futuros o actualmente en construcción junto con las proyecciones de demanda.

Sin embargo, existe la preocupación de cómo la industria de refinación mundial hará frente a la creciente demanda de productos refinados mediante nuevas capacidades instaladas:

- En general, la construcción de refinerías es más económica cerca de los mercados de consumo, principalmente porque esto minimiza los costos de logística y transporte. No obstante, el descontento social y las restricciones ambientales obstaculizan las mejoras y los nuevos proyectos en muchas partes del mundo. Por citar un ejemplo, en el área norteamericana perteneciente a la OCDE, donde se genera gran parte del incremento de la demanda, es casi imposible construir alguna refinería a nivel comunitario o municipal. Las otras regiones de la OCDE enfrentan problemas similares.
- El cambio en la demanda hacia una mayor proporción de productos ligeros, principalmente para el transporte terrestre y aéreo requerirá de mayores inversiones para el mejoramiento de las unidades productoras. La participación de los productos ligeros y los destilados intermedios en el consumo global de petróleo ha aumentado de 65% a comienzos de la década de 1980 hasta 80% en la actualidad. Las unidades de conversión requeridas son costosas y su planeación y construcción demora varios años.
- Además de estos retos, otra cuestión fundamental se refiere a la calidad del crudo para proceso en las refinerías. En promedio, los crudos suministrados a las refinerías cada vez son más pesados y amargos (con más azufre). Estos crudos son más difíciles de procesar y su rendimiento está orientado a una mayor proporción de productos pesados, por lo que requieren mayor procesamiento para mejorar el rendimiento de ligeros obtenidos.
- El control más riguroso de las especificaciones en los productos petrolíferos requerirá que las refinerías empleen crudo de mejor calidad o bien, inviertan en nuevas unidades para el mejoramiento de las corrientes producidas. En este sentido, las nuevas

normas sobre el contenido de azufre en el diesel y la gasolina son especialmente estrictas. Europa tendrá un nivel máximo de azufre de 10 partes por millón (ppm) en 2009<sup>6</sup>. La India ha puesto en marcha un límite de contenido de azufre 500 ppm en el diesel desde abril de 2005 en algunas ciudades y se espera que China haga lo mismo en 2008. De esta manera, muchas otras regiones del mundo estarán usando combustibles de bajo y ultra bajo azufre para el final de esta década.

- La incertidumbre acerca de la rentabilidad futura de las inversiones desalienta los flujos de capital necesarios para la industria de la refinación. Por ejemplo, la construcción de una refinería usualmente tarda cinco años, lo que incrementa el riesgo de que los márgenes en el futuro puedan ser insuficientes para cubrir el costo de la inversión. Este factor provoca que las compañías integradas estén reticentes a aventurarse en nuevos proyectos. Inclusive si las inversiones en refinación se consideran rentables, los márgenes en la industria de exploración y producción son a menudo mayores.

## 1.7 Impacto de las restricciones de la capacidad de refinación en los precios del crudo

En los próximos años, se estima que las restricciones a nivel internacional sobre la capacidad de producción de las gasolinas y destilados intermedios aumenten considerablemente. La expansión limitada en la capacidad de conversión de crudo dentro de los siguientes años contribuirá a mantener fuertes los márgenes de refinación y aumentar la presión sobre los precios de los crudos ligeros y dulces. Las limitantes de la industria de refinación se centran esencialmente en la capacidad de reconfiguración de unidades que convierten productos pesados en ligeros como gasolinas, diesel y turbosina.

La complejidad de una refinería depende de las diferentes unidades que la conforman, es decir, que de acuerdo al número y tipo de unidades se puede decir si una refinería es simple o compleja. Una refinería con una configuración simple se dice que es una refinería con esquema *hydroskimming*; ésta incluye solamente destilación primaria, reformación catalítica y algún hidrotratamiento. A partir de este esquema puede generarse una reconfiguración en una refinería, y pasar a un esquema de mediana complejidad con unidades de desintegración catalítica (FCC) o de alta complejidad con equipos de coquización muy sofisticados. A mayor complejidad en una refinería, mayores

<sup>6</sup>World Energy Outlook 2005, Middle East and North Africa Insights, International Energy Agency, p. 98



serán las inversiones necesarias y los rendimientos de productos ligeros, es decir, que para producir un volumen determinado de productos ligeros, el esquema de *hydroskimming* consumirá más crudo del que sería requerido con una refinería compleja.

La Agencia Internacional de Energía prevé que las restricciones para invertir en esquemas de reconfiguración, propiciarán un incremento de la demanda de crudo en las refinerías, del que se requeriría si hoy en día todas estas contaran con esquemas de conversión profunda. Por lo tanto, en una situación donde las reconfiguraciones están sujetas a restricciones, una mayor demanda de productos ligeros impacta al alza en el precio de los crudos. Este incremento sería generalmente proporcional al aumento del valor de los petrolíferos. Las refinerías habitualmente emplean unidades de hidrotreatmento para reducir los niveles de azufre y cumplir con las especificaciones ambientales. En caso de que una refinería no tuviera este tipo de capacidad, preferirá procesar el crudo dulce (con bajo contenido de azufre) que el crudo amargo (con alto contenido de azufre).

## 1.8 Prospectiva de la capacidad mundial de refinación

Se estima que la capacidad de destilación mundial de crudo aumentará a un tasa media de crecimiento anual de 1.8% durante el periodo 2004-2030 hasta alcanzar 118 mmbd al final del periodo. Las nuevas adiciones a la capacidad, así como un mayor flujo de crudo serán destinados a satisfacer la demanda de destilados intermedios. No obstante, cualquier déficit en las inversiones que provoque escasez en la capacidad de refinación añadiría presión sobre la oferta de petrolíferos y posiblemente sobre los precios del crudo.

Las adiciones a la capacidad de refinación durante el periodo de proyección se concentrarán en los países en desarrollo, debido a las dificultades asociadas a la construcción de nuevas refinerías o a la expansión de capacidad en las ya existentes dentro de los países que conforman la OCDE. En particular, la posición que desempeñarán los países productores de Medio Oriente será gradualmente significativa para satisfacer la demanda global de productos petrolíferos.

Se prevé que la capacidad instalada de China pueda más que duplicarse en el periodo, para alcanzar 14.6 mmbd en 2030, dado que se precisa mantener al ritmo de su creciente demanda. Sin embargo, seguirá siendo un importador neto de petrolíferos en 2030. A diferencia de China, se pronostica que la India logrará satisfacer el incremento en su demanda, si bien la disponibilidad de sus exportaciones es cada vez menor. La India cuenta con varios proyectos asociados a solucionar

el desabasto y añadir capacidad, por lo que se estima que se eleve la capacidad instalada hasta 5.2 mmbd en 2030. Pese a este considerable aumento de capacidad, se prevé que la India será un exportador marginal de petrolíferos en 2030.

En América del Norte, se estima que la capacidad crecerá ligeramente, a 22.1 mmbd en 2010 y 25.6 mmbd en 2030. A pesar de estas adiciones y de la conversión masiva de la capacidad existente para cumplir con las nuevas especificaciones de combustibles, los países norteamericanos pertenecientes a la OCDE podrían seguir siendo importadores netos de petrolíferos en 2030.

Con las tasas actuales de utilización de capacidad instalada menores a 60%, Rusia y otras economías en transición no presentarán grandes adiciones a la capacidad de destilación durante el periodo proyectado, aunque se espera que aumenten estas tasas de utilización. En este sentido, la inversión en refinerías no representa una prioridad en estos países<sup>7</sup>. Rusia continuará exportando gasóleo hacia Europa, para que pueda ser mezclado con la turbosina y así cumplir con los requerimientos de producto.

## 1.9 Comercio mundial de petrolíferos

En varios países, las refinerías locales abastecen el mercado interno. No obstante, debido a las diferencias regionales entre la producción y la demanda, se estima que el volumen de comercio de productos petrolíferos se incremente a una tasa media de 1.8% anual durante el periodo 2003-2030. Se espera que el comercio interregional crezca de cerca de 10 mmbd en 2004 a poco menos de 16 mmbd en 2030.

Se estima que el esquema actual de flujos de gasolinas desde Europa a los Estados Unidos continúe hasta mediados de la década de 2020. Al final del periodo se tiene proyectado que las exportaciones europeas de gasolinas disminuyan en volumen, para ser parcialmente remplazadas por producción proveniente de Medio Oriente.

En Asia, se prevé que la India continuará siendo un exportador neto marginal de petrolíferos, aunque será superado por Arabia Saudita. Pese al decremento sustancial en sus importaciones de petrolíferos y a la adición en la capacidad de refinación esperados, China seguirá siendo un importador neto de productos derivados del petróleo en 2030.

<sup>7</sup>Debido a la falta de mantenimiento y al deterioro de la infraestructura, es probable que una parte significativa de la capacidad subutilizada en estas economías en transición no sea utilizable. Por ende, la tasa de utilización de las refinerías de la región está subestimada.

## 1.10 Requerimientos de inversión en la industria mundial de refinación

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, el requerimiento total de inversiones para la industria de refinación bajo el periodo de proyección asciende a \$487 mil millones de dólares estadounidenses (de 2004), o bien, \$18.7 mil millones por año. Dos tercios de este monto serán erogados en países en desarrollo, y tan sólo más de la mitad se ubicaría en Medio Oriente y China.

Cerca de dos tercios de la inversión en la industria de refinación serán dirigidos al aumento de la capacidad de destilación del crudo y al mantenimiento de la capacidad existente, mientras que el restante 35% cubrirá la capacidad reconfigurada. Los países que integran la OCDE representarán 30% del total invertido en reconfiguraciones. En general, la inversión en reconfiguraciones representará cerca de 45% de la inversión total necesaria en la OCDE, comparada contra el nivel de 31% de las economías en desarrollo.

Los requerimientos de inversión en la capacidad de refinación variarán constantemente. En lo que resta de esta década, cerca de la mitad de la inversión mundial requerida será destinada a la reconfiguración de la capacidad. Las reconfiguraciones representarán 69% de la inversión total entre 2004 y 2010 en los países de la OCDE y más de 38% en las economías en desarrollo. La inversión global para la expansión de capacidad disminuirá ligeramente en la última década del periodo de proyección. La mayoría de las adiciones serán necesarias en los países en desarrollo, donde los costos son menores y una mayor proporción de las adiciones a la capacidad provendrá de las reconfiguraciones, más que de la construcción de nuevas refinerías.

# Marco regulatorio y normativo del mercado de petrolíferos

Una de las características más importantes del marco jurídico del sector petrolero en México es el dominio directo de la nación, por conducto de los órganos federales, del petróleo y sus derivados. Asimismo, el control sobre la explotación y aprovechamiento de este recurso natural también es de gran injerencia en el desarrollo de la legislación petrolera.

En una realidad de mercados globalizados de alta competencia y especialización, el Estado está comprometido a aprovechar sus recursos de la mejor manera posible para el bien de la nación.

## 2.1 Marco legal

De acuerdo al Artículo 1º de la *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo*: “Corresponde a la Nación el dominio directo, inalienable e imprescriptible de todos los carburos de hidrógeno que se encuentren en el territorio nacional –incluida la plataforma continental– en mantos o yacimientos, cualquiera que sea su estado físico.”

De acuerdo al Artículo 27, cuarto párrafo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: “Corresponde a la nación el dominio directo de los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; así como el petróleo y todos los carburos de hidrógeno, líquidos o gaseosos.” Esto último se ve reforzado por el Artículo 3º de la *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo*, el cual precisa que las actividades que abarca la industria petrolera, incluyendo las de refinación, son:

- Fracción I: La exploración, la explotación, la refinación, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano de derivados del petróleo y los productos que se obtengan de la refinación del mismo.

Asimismo, el Gobierno Federal llevará a cabo la exploración y la explotación del petróleo y las demás actividades a que se refiere el Artículo 3º, por conducto de Petróleos Mexicanos, institución pública descentralizada cuya estructura, funciones y régimen interno determinan las leyes, reglamentos y demás disposiciones correspondientes, o por cualquier otro organismo que en el futuro establezcan las leyes.

Asimismo, de acuerdo con el *Programa Sectorial de Energía 2001-2006*, se mantiene como principio rector de la política energética nacional, el que México conserve la propiedad, explotación, manejo y regulación de los recursos energéticos nacionales bajo la soberanía del Estado<sup>1</sup>.

### 2.1.1 Normatividad ecológica

La energía es una variable clave para alcanzar el desarrollo, y su suministro debe garantizarse a través de una política de desarrollo sustentable. La política energética ambiental debe considerar la sustentabilidad social, económica y ambiental, respetando el entorno en el que opera.

La normatividad de protección al ambiente es un aspecto fundamental al que la industria de refinación debe apegarse para la preservación y mejoramiento del mismo. Impulsar el mejoramiento de los niveles de cumplimiento de la normatividad ambiental y desarrollar, mantener y fortalecer la política de combustibles más limpios es uno de los objetivos rectores del sector energético.

La normatividad ambiental en México está constituida por los siguientes instrumentos reglamentarios, presentados de acuerdo a su jerarquía:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados internacionales
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Leyes Federales Sectoriales aplicables en materia ambiental
- Reglamentos de la Ley General Ambiental y de las Leyes Sectoriales
- Normas Oficiales Mexicanas Ambientales

- Acuerdos administrativos
- Acuerdos o Convenios de coordinación o concertación

A octubre de 2006 se cuenta con 106 normas vigentes orientadas a disminuir los impactos negativos al ambiente, que incluyen las normas de reciente creación y aquellas de elaboración conjunta con otras Secretarías, Normas de las Comisión Nacional del Agua y Normas emergentes. De este conjunto, en los siguientes apartados se describe aquellas relacionadas con la industria de la Refinación y sus productos, dividiéndolas en el impacto de emisiones a la atmósfera y normas emergentes.

### 2.1.2 Emisiones a la atmósfera

De acuerdo con la Semarnat estas emisiones se dividen en cuatro rubros:

- Emisiones de fuentes fijas
- Emisiones de fuentes móviles
- Calidad de combustibles
- Medición de concentraciones

#### 2.1.2.1 De fuentes fijas

Existen tres tipos de fuentes fijas generadoras de emisiones:

*Fuentes puntuales.* Derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales como son: la química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras. Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos).

*Fuentes de área.* Incluyen la generación de aquellas emisiones inherentes a actividades y procesos, tales como el consumo de solventes, limpieza de superficies y equipos, recubrimiento de superficies arquitectónicas, industriales, lavado en seco, artes gráficas, panaderías, distribución y almacenamiento de gas LP, principalmente. Esta fuente también incluye las emisiones

<sup>1</sup> Programa Sectorial de Energía 2001-2006, Sener, p. 73.



de actividades como son: el tratamiento de aguas residuales, plantas de composteo, rellenos sanitarios, entre otros. En este tipo de emisión se encuentra un gran número de contaminantes, de muy variado nivel de impacto en la salud.

*Fuentes naturales.* Se refiere a la generación de emisiones producidas por volcanes, océanos, plantas, suspensión de suelos, emisiones por digestión anaerobia y aerobia

de sistemas naturales. En particular a todo aquello emitido por la vegetación y la actividad microbiana en suelos y océanos, que se les denomina emisiones biogénicas, cuyo papel es importante en la química de la troposfera al participar directamente en la formación de ozono. Las emisiones biogénicas incluyen óxido de nitrógeno, hidrocarburos no metanogénicos, metano, dióxido y monóxido de carbono y compuestos nitrogenados y azufrados<sup>2</sup>.

| Norma                    | Contenido  |
|--------------------------|--|
| <b>NOM-043-ECOL-1993</b> | Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.   |
| <b>NOM-075-ECOL-1995</b> | Se refiere a los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.  |
| <b>NOM-085-ECOL-1994</b> | Se aplica para las fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, y establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. |

### 2.1.2.2 De fuentes móviles

Ejemplos de fuentes móviles son los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijas con motores de combustión y similares, que por su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes

a la atmósfera. Si bien la definición de fuente móvil incluye prácticamente a todos los vehículos automotores, la NOM para fuentes fijas se refiere básicamente a las emisiones de automóviles y camiones. Los motores de los vehículos son los responsables de las emisiones de CO, de compuestos orgánicos volátiles, SO<sub>2</sub>, y NOx, producidos durante la combustión<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ecología.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Ecología.

| Norma                        | Contenido   |
|------------------------------|---|
| <b>NOM-041-SEMARNAT-1999</b> | Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.   |
| <b>NOM-042-SEMARNAT-2003</b> | Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda de 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.      |
| <b>NOM-044-SEMARNAT-2006</b> | Establece los niveles máximos permisibles de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.  |
| <b>NOM-045-ECOL-1996</b>     | Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.   |
| <b>NOM-047-ECOL-1999</b>     | Dicta las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.  |
| <b>NOM-048-ECOL-1993</b>     | Implanta los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.  |
| <b>NOM-049-ECOL-1993</b>     | Se refiere las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.  |
| <b>NOM-076-ECOL-1995</b>     | Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. |
| <b>NOM-077-ECOL-1995</b>     | Versa sobre el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.  |



### 2.1.2.3 Calidad de los combustibles

La norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 se refiere a la calidad de los combustibles. Esta norma ha evolucionado y fue derivada de la NOM-086-ECOL-1994, publicada el 2 de diciembre de 1994 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), así como del Acuerdo del 23 de abril de 2003, por el cual se reformó la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Semarnat que estaban identificadas con las Siglas “ECOL” y “REC NAT”, y que en lo sucesivo aparecen con las siglas “Semarnat”, lo que propició la NOM-086-SEMARNAT-1994.

Desde que se publicó la NOM-086-SEMARNAT-1994, Pemex ha incorporado avances en la mejora de sus combustibles desde el punto de vista ambiental, de tal manera que se eliminó la producción de gasolina Nova y ahora se produce la denominada Premium, entre otros. Por lo que ha sido necesario modificar dicha NOM para eliminar las tablas 4 y 5 relativas a la gasolina Nova, incluir especificaciones a la gasolina Premium e incluir los cambios que se han dado en las especificaciones. De esta manera, el 30 de enero de 2006 la Semarnat publicó la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

| Norma                            | Contenido  |
|----------------------------------|--|
| NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 | Establece las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. |

Las especificaciones de los combustibles fósiles, citados en dicha norma, tienen por objeto disminuir significativamente las emisiones a la atmósfera, y debe ser acorde con las características de los equipos y sistemas de combustión que los utilizan en fuentes fijas y en el transporte. Los combustibles considerados dentro de la norma son el gas natural, gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo, gasóleo y gas LP. Bajo el acuerdo de modificación de la norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, publicado el 3 de octubre de 2006, se modificaron las tablas de especificaciones 5, 6 y 7 de la norma.

En la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 se incluyeron los niveles máximos permisibles en peso de azufre en el gasoleo industrial que se consume por fuentes fijas en la zona metropolitana del Valle de México, por lo cual se canceló la NOM-051-SEMARNAT-1993, publicada en el DOF el 22 de octubre de 1993, con el fin de evitar duplicidades. Además, el contenido máximo de azufre permisible para el combustóleo se mantuvo en 4% en peso.

### 2.1.2.4 Mediciones de concentraciones (atmósfera)

En cuanto a las gasolinas comercializadas por Pemex Refinación, la norma establece que a partir del 1 de octubre de 2006 en todo el país, la gasolina Premium debe tener un contenido de azufre de 30 partes por millón (ppm) en promedio y 80 ppm como máximo. Este contenido de azufre en la especificación aplicará para la gasolina Magna a partir de octubre de 2008 en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey, en tanto que para el resto del país a partir de enero de 2009.

Mientras que el plomo y el CO son contaminantes de origen primario (es decir, emitidos directamente desde fuentes tales como los vehículos), el ozono es un contaminante de tipo secundario, lo cual significa que se forma en la atmósfera mediante procesos químicos en los que intervienen compuestos orgánicos volátil (COV), óxidos de nitrógeno (NOx), y radiación solar. Por lo tanto, en principio, las concentraciones de ozono pueden ser reducidas si se controlan las emisiones de COV, NOx, o ambos. En general, las medidas para reducir COV son menos costosas que aquellas dirigidas a abatir las emisiones de NOx<sup>4</sup>.

En el caso del diesel se establece un contenido de azufre de 15 ppm como máximo en la zona fronteriza norte a partir de enero de 2007; en enero de 2009 en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey y en el resto del país a partir de septiembre de 2009.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Ecología.

| Norma                    | Contenido   |
|--------------------------|---|
| <b>NOM-034-ECOL-1993</b> | Establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.                  |
| <b>NOM-035-ECOL-1993</b> | Hace referencia a los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. |
| <b>NOM-036-ECOL-1993</b> | Dicta los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.                                    |
| <b>NOM-037-ECOL-1993</b> | Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.                 |
| <b>NOM-038-ECOL-1993</b> | Trata sobre los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.                  |

### 2.1.3 Normas emergentes

Estas normas poseen las características de ser temporales y de estar dirigidas a problemas puntuales de impacto ambiental, cuyos resultados deben ser mejorados en el corto plazo. La NOM-EM-148-SEMARNAT-2006, fue expedida el 3 de abril

de 2006, con una vigencia de seis meses. Su objetivo fue reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> para mitigar sus impactos sobre la calidad del aire, la salud de las personas y los ecosistemas alrededor de las refinерías de Tula y Salamanca. Además, la norma establece un método que debe seguirse para verificar su cumplimiento con base en un balance de azufre en la refinерía.

| Norma                            | Contenido  |
|----------------------------------|--|
| <b>NOM- EM-148-SEMARNAT-2006</b> | Establece las especificaciones y requisitos para el proceso de recuperación de azufre de las corrientes de gas amargo de las refinерías de petróleo, con el fin de reducir las emisiones de dióxido de azufre. |

## 2.2 Organización del sector petrolero

La *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo* y su reglamento dispone que la Nación llevará a cabo la exploración y explotación del petróleo y las demás actividades relacionadas con la industria petrolera por conducto de Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios. En 1992, mediante la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos, se dispuso una distribución lógica de las actividades que abarca la industria petrolera. En este sentido, se establece en el Artículo 3° de la misma, la creación de los siguientes organismos descentralizados de carácter técnico, industrial y comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propios:

**Pemex Exploración y Producción:** exploración y explotación del petróleo y el gas natural; su transporte, almacenamiento en terminales y comercialización;

**Pemex Refinación:** procesos industriales de la refinación; elaboración de productos petrolíferos y de derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas; almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de los productos y derivados mencionados;

**Pemex Gas y Petroquímica Básica:** procesamiento del gas natural, líquidos del gas natural y el gas artificial; almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de estos hidrocarburos, así como de derivados que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas; y



**Pemex Petroquímica:** procesos industriales petroquímicos cuyos productos no forman parte de la industria petroquímica básica, así como su almacenamiento, distribución y comercialización.

## 2.3 Lineamientos generales de política energética

El *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006* ha marcado como estrategia para el sector energético garantizar una oferta suficiente y oportuna de energía, que apoye de manera sostenida al crecimiento económico del país.

En este sentido, la meta fundamental es encaminar todos los esfuerzos para alcanzar el acceso pleno de la población a los insumos energéticos. Dicha meta podrá cumplirse con empresas públicas y privadas de clase mundial que garanticen el abasto de energéticos en condiciones competitivas de calidad y precio, operando dentro de un marco legal y regulatorio adecuado, con altos índices de seguridad y con respeto al medio ambiente; firme impulso al uso eficiente de la energía, como a la investigación y desarrollo tecnológicos.

El desarrollo de la infraestructura energética nacional es uno de los principales objetivos de la presente administración y requisito indispensable para participar de los beneficios y oportunidades que ofrecen los mercados internacionales. Por lo anterior, es necesario explorar nuevas posibilidades de inversión pública y privada, sin perder de vista que el gasto en infraestructura debe responder a criterios de beneficio social y de eficiencia en la asignación de recursos.

## 2.4 Programa Sectorial de Energía 2001-2006

El *Programa Sectorial de Energía 2001-2006* establece que la producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de los hidrocarburos y sus derivados, deberán realizarse en condiciones que garanticen el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y protección al medio ambiente.

### 2.4.1 Líneas de Acción

Las principales líneas de acción para la industria de refinación establecidas en el *Programa Sectorial de Energía 2001-2006* se centran en los siguientes objetivos:

- Promover la eficiencia y la productividad para garantizar el abasto suficiente de hidrocarburos

Para satisfacer el aumento en la demanda de energía, inducido por el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial y de servicios, será necesario aumentar la oferta de hidrocarburos, lo que plantea al mismo tiempo crear esquemas que eleven la eficiencia y productividad en las actividades petroleras.

- Fortalecer la capacidad de refinación

La complejidad de la industria petrolera requiere que los esfuerzos en las actividades primarias sean acompañados por esfuerzos de igual magnitud en las actividades de refinación. Por lo cual, se ha planteado la meta de avanzar en la reconfiguración del Sistema Nacional de Refinación y ampliar su capacidad de procesamiento. Ello generará productos de mayor valor agregado y calidad, y permitirá procesar una mayor proporción de crudo Maya, elevar la rentabilidad y reforzar la viabilidad de las refinéras.

El desafío para la industria de refinación será proveer los petrolíferos suficientes para garantizar la expansión de las actividades productivas y la competitividad de la economía en el largo plazo, cumpliendo cabalmente las normas de seguridad y protección ambiental.

La diversificación y el fortalecimiento industrial del país precisa mejorar y ampliar su infraestructura energética, particularmente en aquellos segmentos de la cadena productiva que aportan mayor valor agregado y contribuyen a mejorar la calidad de los combustibles.

De esta forma, las iniciativas a desarrollar incluyen, entre otras:

- Concluir la reconfiguración y modernización de las refinéras Minatitlán y Salina Cruz;
- Fortalecer el programa de calidad de gasolinas. Destaca la reformulación de la gasolina para el Valle de México y las principales zonas metropolitanas del país, la reducción del contenido de azufre en la gasolina y en el diesel.
- Verificar el cumplimiento de los combustibles automotores, de conformidad con las estrictas normas internacionales, y
- Determinar los recursos necesarios para modernizar y ampliar el sistema nacional de ductos y la infraestructura para incrementar la capacidad de refinación.

- Rediseñar la estrategia comercial de Pemex Refinación, con el fin de reorientar la organización hacia un esquema en donde el cliente, en los diversos segmentos y regiones del mercado, tenga prioridad y sea el determinante del resto de sus procesos operativos, incluyendo calidad, precio, logística, almacenamiento, producción y comercio exterior de los productos.
- Intensificar la lucha contra el mercado ilícito de combustibles, la cual ha tenido importantes acciones entre las que destacan, una nueva política comercial, que incluye la concentración de los canales de distribución, el establecimiento de un padrón sectorial de importadores y de permisos previos de importación, la revisión de fracciones arancelarias, la instalación de laboratorios en aduanas, así como el trabajo conjunto con la Secretaría de Seguridad Pública y el Ejército Mexicano, para vigilar la red de ductos e instalaciones productivas y de servicios de Pemex, entre muchas otras.
- Se continuará orientando esfuerzos en este sentido para recuperar el mercado y la posición competitiva de Pemex Refinación, lograr un control estratégico, a través de las mejores prácticas comerciales y la certidumbre jurídica que las regule. Entre las acciones que están por implantarse están:
- Introducir nuevos sistemas de alta tecnología para mejorar el control de la infraestructura de almacenamiento, distribución y comercialización de combustibles.
- Adecuar el marco jurídico en materia de comercialización de petrolíferos para su aplicación en contratos actuales y nuevos<sup>5</sup>.

No obstante, la industria de refinación requiere de mayores niveles de inversión para aumentar la producción nacional de petrolíferos, para lo cual será necesario analizar y desarrollar esquemas complementarios a la inversión pública.

- Mantener y fortalecer la política de combustibles más limpios

Otro de los objetivos primordiales planteados en el Programa Sectorial es mejorar progresivamente la calidad de los combustibles. Pemex Refinación ha eliminado el plomo de los combustibles, reducido el contenido de azufre e incrementado el octanaje de las gasolinas.

---

<sup>5</sup> Pemex Refinación, Plan de Negocios 2004-2012.

# Mercado nacional de petrolíferos 1995-2005

**E**l presente capítulo tiene como objetivo analizar la evolución histórica del mercado nacional de los petrolíferos de 1995 al 2005 considerando coque de carbón, combustóleo, diesel, gasolinas y turbosina, tomando en consideración los principales aspectos que influyen, tanto en la oferta como en la demanda.

El capítulo analiza la producción de petrolíferos, destacando los principales aspectos que han influido en su evolución. Para ello se realizó un análisis a nivel refinera tomando en consideración los rendimientos observados en cada una de ellas y el impacto obtenido por los proyectos de reconfiguración en la oferta de combustibles.

La demanda de combustibles considera como elementos explicativos aspectos de orden técnico y ambiental. A diferencia de las prospectivas realizadas anteriormente, se plantea una nueva estructura basada en un análisis a nivel sectorial, buscando reflejar de manera clara, la situación energética de cada petrolífero y los elementos que intervienen o modifican sus patrones de consumo.

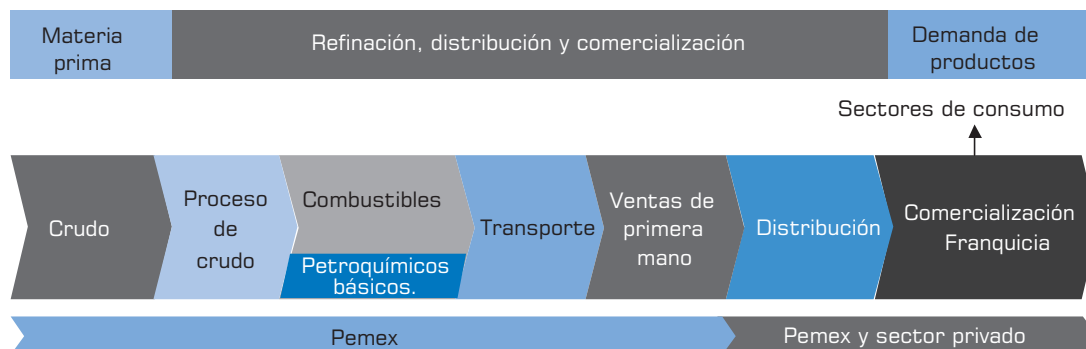
Al final del capítulo se describe la balanza comercial de petrolíferos, así como el comportamiento de los precios de los combustibles.

## 3.1 Sistema Nacional de Refinación (SNR)

Pemex Refinación (PR) tiene como función básica la elaboración de productos petrolíferos, su distribución, almacenamiento y las ventas de primera mano. La cadena de valor de PR inicia desde el procesamiento del crudo abasteciendo a cada una de las refineras, cuya mezcla está en función del tipo de configuración<sup>1</sup> existente en cada centro productor (véase figura 1).

<sup>1</sup> Estas configuraciones se mencionan en la sección de rendimientos del crudo en la producción de petrolíferos.

**Figura 1**  
**Cadena de valor en el SNR**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

Para realizar el procesamiento del crudo se cuenta con seis refinéras con una capacidad total instalada de 1,540.0 mbd y sus principales productos elaborados son las gasolinas, combustóleo, diesel, turbosina, coque de petróleo, asfaltos, lubricantes, parafinas y otros petrolíferos<sup>2</sup>. Algunos de los productos obtenidos en PR son vendidos a Pemex Petroquímica (PPQ)<sup>3</sup>; a Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) (azufre, gas licuado, butanos, etc.); a PEP (diesel, gasolinas) y al corporativo (asfaltos, gasolinas y diesel).

El transporte de los productos se realiza a través de diferentes medios, por lo cual PR cuenta con 41 poliductos que integran una longitud total de 8,886 km conectados con las 77 terminales de almacenamiento y distribución cuya capacidad de almacenamiento es de 11.4 millones de barriles.

A su vez, estas terminales realizan las ventas de primera mano y distribuyen los combustibles (gasolinas y diesel) a las 7,237 franquicias localizadas en todo el país, vía terrestre. Para ello cuenta con 1,255 autotanques propios y 2,685 arrendados.

Otra forma de distribución a las terminales ubicadas en el Pacífico es realizado por vía marítima, mediante el sistema de cabotaje, para lo cual cuenta con 19 buques de flota mayor.

Cabe mencionar que las actividades de distribución y comercialización son realizadas entre PR y el sector privado.

Sin embargo, desde el procesamiento de crudo hasta las ventas de primera mano competen únicamente a la subsidiaria.

Pemex Refinación, a través de la Subdirección Comercial, lleva a cabo la administración y control de la red comercial, así como la expedición de contratos con inversionistas para la instalación de franquicias. Asimismo, dispone de 10 oleoductos integrantes de una red cuya longitud total de 5,181 km transportan el crudo hasta los centros de trabajo.

Las actividades de refinación y comercialización de los productos obtenidos toman en consideración el desempeño económico de la industria, con base en una operación de bajos costos, incluyendo la disponibilidad de la materia prima, su acceso y su precio.

De esta forma, las actividades mencionadas integran la cadena de valor de PR, y las estrategias para maximizar estas acciones están basadas en la operación óptima, integración de la cadena de suministro y distribución, así como la obtención de combustibles de alta calidad y valor, sin dejar de lado la búsqueda de alcanzar el equilibrio entre la oferta y la demanda. Todos estos factores intentan lograr la consecución de un amplio margen de refinación, el cual se traducirá en una mayor rentabilidad de las inversiones.

Durante el periodo de estudio, el procesamiento de crudo en el SNR se ha incrementado 0.4% en promedio anual,

<sup>2</sup> Incluye aeroflex 1-2, gasóleo de vacío, extracto de furfural y fondos de alto vacío.

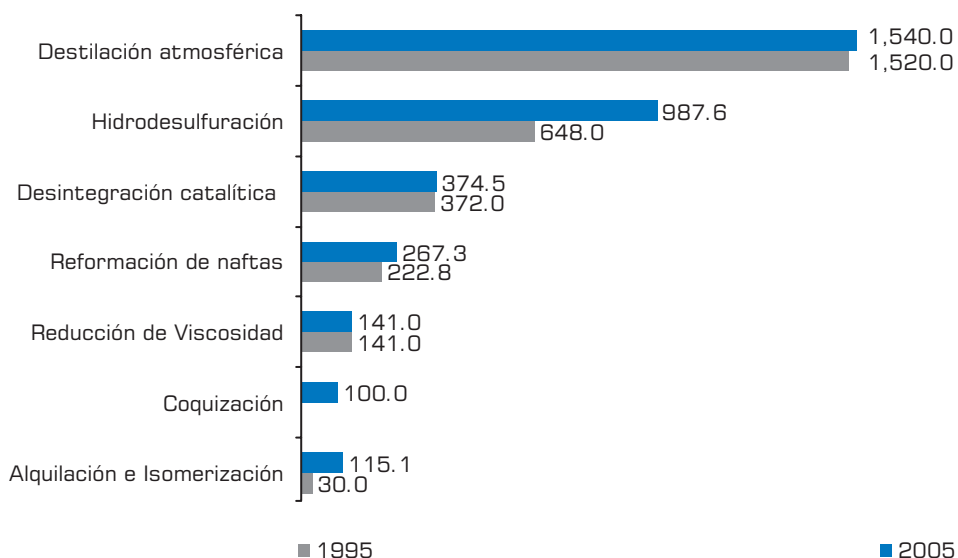
<sup>3</sup> Propileno, nafta, gasolinas, combustóleo y diesel.



equivalente a 17.6 mbd, mostrando así una mayor elaboración de productos como consecuencia de las mejoras alcanzadas en los rendimientos obtenidos de los combustibles<sup>4</sup>.

Es importante señalar que la capacidad instalada de refinación en México durante el periodo 1995-2005 se ha incrementado en 20 mbd.

**Gráfica 7**  
**Capacidad nominal por tipo de proceso, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En lo que respecta al avance de los coeficientes de complejidad se observa el desarrollo de las capacidades de procesos existentes en una configuración básica, avanzada o de conversión profunda, respecto a la evolución de la capacidad de refinación.

**Cuadro 3**  
**Coefficientes de complejidad en el SNR, 1995-2005**

| Proceso                   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Desintegración catalítica | 0.24 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Reformadora de Naftas     | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.17 | 0.17 | 0.20 | 0.19 | 0.17 | 0.17 |
| Hidrodesulfuración        | 0.43 | 0.46 | 0.46 | 0.49 | 0.49 | 0.52 | 0.54 | 0.64 | 0.65 | 0.64 | 0.64 |
| Reductora de viscosidad   | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |

Fuente: IMP, con base en Pemex Refinación.

<sup>4</sup> En el 2005 la producción de gasolinas registró rendimientos hasta del 40.4% en la refinería de Madero.

Como se observa en el cuadro anterior, en el caso de la desintegración catalítica el coeficiente permaneció constante a lo largo de todo el periodo, lo cual significa que, tanto en este proceso, como en el de la destilación primaria, las capacidades instaladas prácticamente no variaron; si el índice hubiera disminuido a través del tiempo se traduciría como un incremento en la capacidad de refinación. De manera contraria, un aumento reflejaría un mayor repunte del proceso secundario respecto a la capacidad de destilación primaria.

El proceso de hidrodesulfuración registró un mayor dinamismo, lo cual refleja que estos procesos han incrementado su capacidad, como consecuencia de una política de reducción de azufre en los combustibles.

Asimismo, el registro que el SNR obtuvo durante su proceso en 2005 representa un volumen de crudo equivalente al 38.5% de la producción nacional, la cual fue de 3,333.3 mbd<sup>5</sup>, cifra que representó una reducción del 1.4% respecto al 2004,

equivalente a una disminución de 18.7 mbd, lo cual es atribuible a diversas causas, entre las que destacan las siguientes:

- Salida no programada de la Planta FCC-1 en la refinería de Cadereyta.
- En el caso de la refinería de Madero, también se registraron paros no programados que incidieron en la operación, los cuales algunos fueron a causa de la energía eléctrica y a problemas detectados en la unidades de coquización y de desintegración catalítica.
- Paros no programados en la refinería de Salina Cruz, así como una alta existencia de combustóleo y licuables.

Estos acontecimientos causaron, para algunas refinерías, un descenso en su procesamiento de crudo en el último año del periodo, por lo que el comportamiento histórico por centro de trabajo se observa en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4**  
**Proceso de crudo por refinería, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**

|              | 1995           | 1996           | 1997           | 1998           | 1999           | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Total</b> | <b>1,266.7</b> | <b>1,266.9</b> | <b>1,242.3</b> | <b>1,283.0</b> | <b>1,228.0</b> | <b>1,227.4</b> | <b>1,251.9</b> | <b>1,245.4</b> | <b>1,285.9</b> | <b>1,303.1</b> | <b>1,284.3</b> |
| Cadereyta    | 175.3          | 161.8          | 176.0          | 167.3          | 109.9          | 125.8          | 200.4          | 196.0          | 209.0          | 212.8          | 194.5          |
| Madero       | 160.0          | 142.6          | 137.5          | 147.6          | 149.8          | 149.3          | 105.9          | 108.0          | 141.2          | 145.3          | 142.0          |
| Minatitlán   | 176.7          | 176.6          | 175.6          | 180.7          | 174.0          | 172.0          | 177.0          | 169.6          | 176.7          | 167.0          | 162.5          |
| Salamanca    | 182.5          | 179.2          | 194.7          | 185.2          | 178.2          | 186.0          | 185.7          | 185.4          | 185.0          | 198.6          | 197.0          |
| Salina Cruz  | 304.7          | 309.8          | 281.0          | 307.4          | 308.6          | 298.2          | 292.8          | 306.3          | 306.2          | 287.5          | 292.7          |
| Tula         | 267.5          | 296.8          | 277.5          | 294.9          | 307.5          | 296.2          | 290.3          | 280.1          | 267.9          | 291.9          | 295.7          |

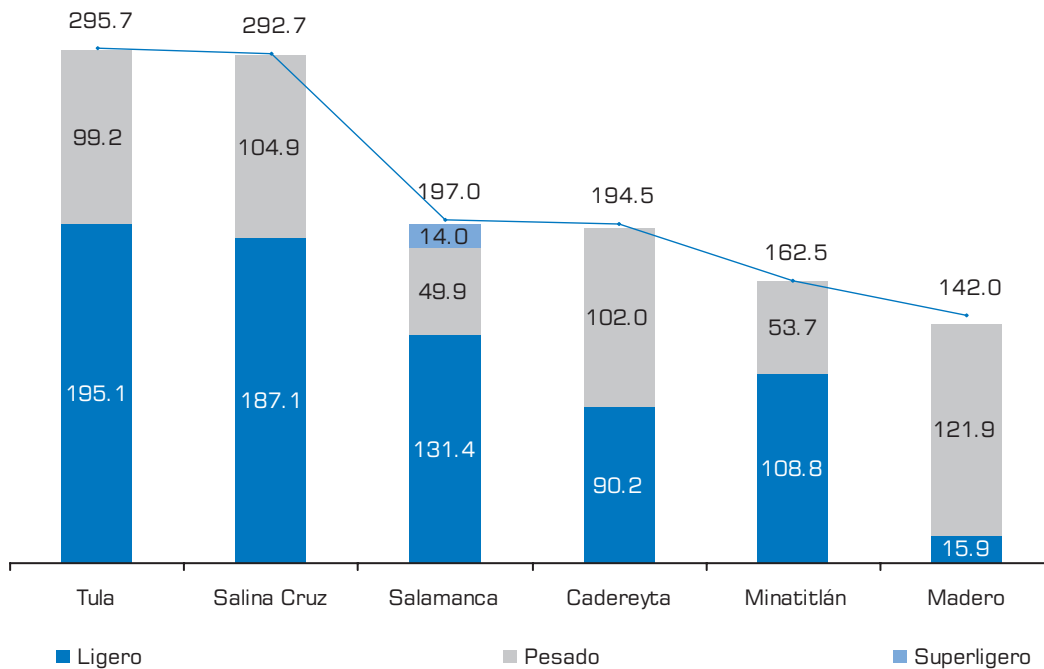
Fuente: IMP, con base en información de Pemex Refinación.

<sup>5</sup> Memoria de Labores 2005. Petróleos Mexicanos.



- En 2005 respecto al 2004, la refinería de Cadereyta redujo en 6.6 mbd el procesamiento de crudo ligero e incrementó el crudo pesado en 14.2 mbd. El total procesado en este centro de trabajo disminuyó en 18.2 mbd.
- En la refinería de Madero, el crudo ligero disminuyó su participación en 14.8 mbd respecto a 2004, y el crudo pesado aumentó en 20.0 mbd. No obstante, el crudo total procesado disminuyó en 3.3 mbd.
- Para los dos últimos años, las refinерías de Minatitlán y Salamanca registraron una contracción del crudo procesado, alcanzando conjuntamente 6.2 mbd.
- En el caso de la refinería de Tula, el crudo ligero y el pesado obtuvieron incrementos del 0.9 mbd y 2.9 mbd respectivamente. El suministro de crudo por refinерía en 2005 se observa en la siguiente gráfica.

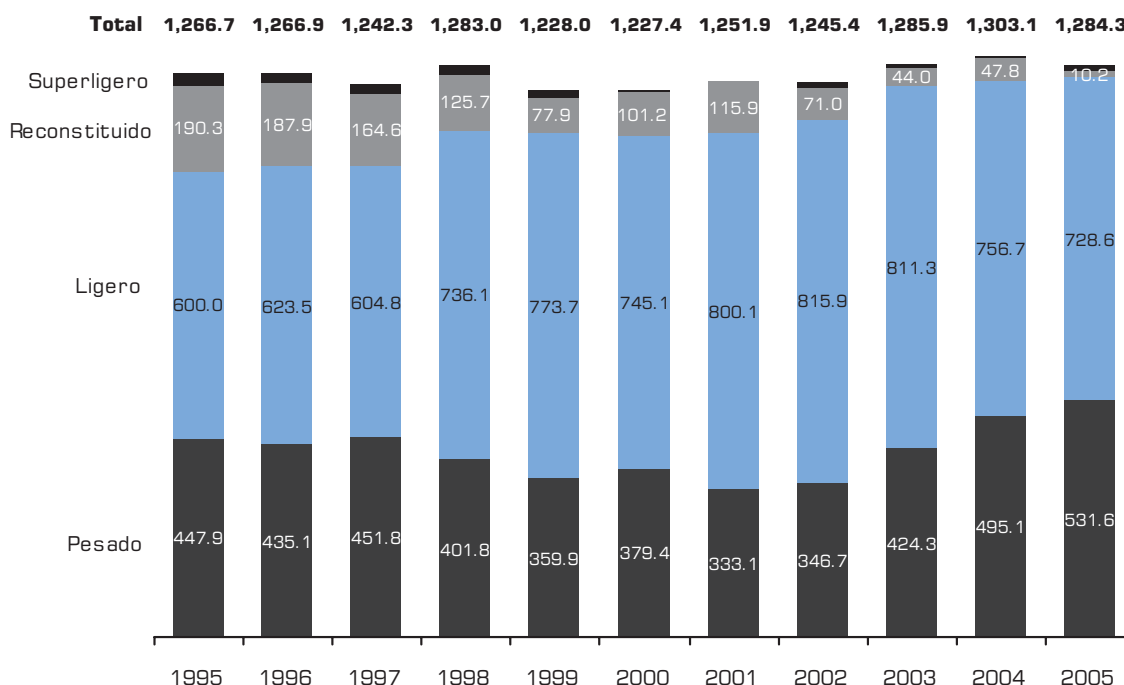
**Gráfica 8**  
**Proceso de crudo por refinерía, 2005**  
 (miles de barriles diarios)



Nota: El total incluye el crudo reconstituido.  
 Fuente: IMP, con base en información de Pemex Refinación.

Con base en el tipo de crudo procesado en el SNR, durante el periodo 1995-2005, la mayor proporción ha correspondido al tipo ligero, cuya participación promedio es del 57.6%. El crudo pesado ha incrementado su volumen al pasar de 35.4% a 41.4% entre estos años. En el caso de la contribución de otras corrientes (reconstituido), se ha observado una disminución considerable a lo largo de todo el periodo al pasar de 15.0% en 1995 a 0.8% en 2005. El superligero redujo su participación de 2.2% a 1.1% en el mismo periodo. La evolución del proceso del crudo se muestra en la gráfica 9.

**Gráfica 9**  
**Crudo procesado en el Sistema Nacional de Refinación, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)



El crudo reconstituido considera: Despuntado, pentanos, nafta ligera de Cangrejera, nafta ligera de Cactus, gasolina de Poza Rica y gasolina de Madero.

Fuente: IMP, con base en información de Pemex Refinación.

En términos globales se puede establecer que mientras más compleja sea una refinera, se obtendrán mayores rendimientos de productos con alto valor agregado, tales como gasolina, diesel y turbosina. En este contexto, es importante mencionar la existencia de varios tipos de configuración: básica, avanzada y la conversión profunda.

- La configuración básica o menos compleja (*hydroskimming*) de una refinera es aquella que consiste fundamentalmente en los procesos de destilación primaria, al vacío y de reformación catalítica.
- La configuración avanzada consta de los procesos descritos anteriormente más la incorporación del proceso de desintegración catalítica.
- La conversión profunda se define como una serie de configuraciones complejas que integran a la configuración anterior el proceso de alquilación, el de coquizadora y el de hidrotreatmento de residuales.

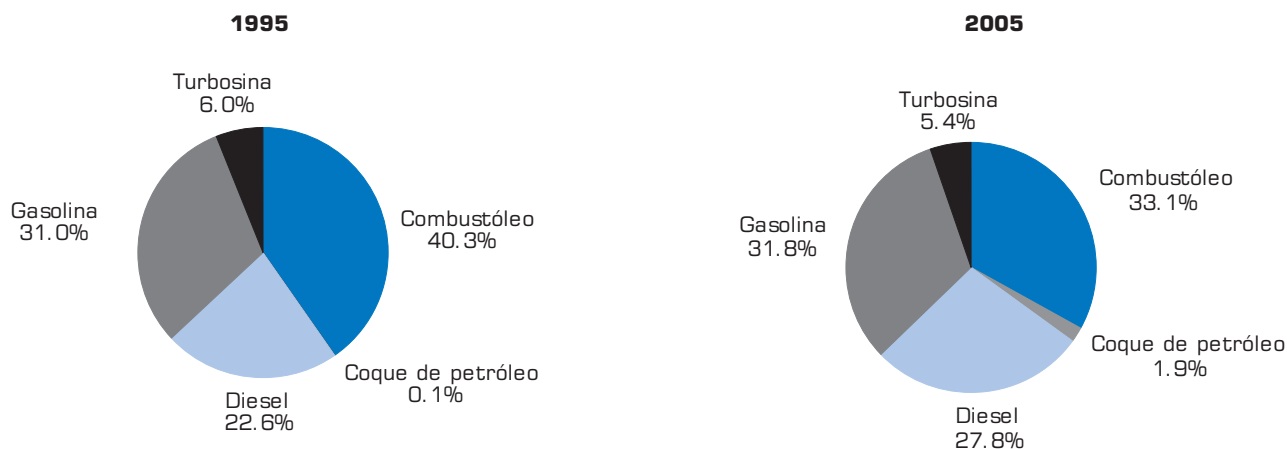
La incorporación de estas configuraciones al SNR desarrolladas mediante los proyectos de reconfiguración ha permitido mejorar los rendimientos hacia una mayor producción de gasolinas y destilados intermedios con una menor obtención de combustóleo.

Sin embargo, los rendimientos de la producción de petrolíferos observados en 2005 respecto al año anterior se mantuvieron prácticamente constantes como resultado de la menor producción de gasolinas y destilados intermedios por los problemas registrados en las refineras de Cadereyta, Madero, Minatitlán y Salina Cruz.

No obstante lo anterior, en el periodo 1995-2005 se observa un incremento en la obtención de productos de mayor valor agregado, por lo que se ha puesto un mayor énfasis en energéticos de mayor consumo, como las gasolinas y el diesel los cuales avanzaron de 31.0% a 31.8%, para el primero, y para el segundo de 22.6 a 27.8%. Como consecuencia de las reconfiguraciones hacia refineras con conversión de residuales, la producción de combustóleo, retrocedió de 40.3% a 33.1%. En forma similar fue el comportamiento de la turbosina, cuya variación pasó de 6.0 a 5.4.



**Gráfica 10**  
Participación de los petrolíferos en la producción nacional, 1995 y 2005 (por ciento)

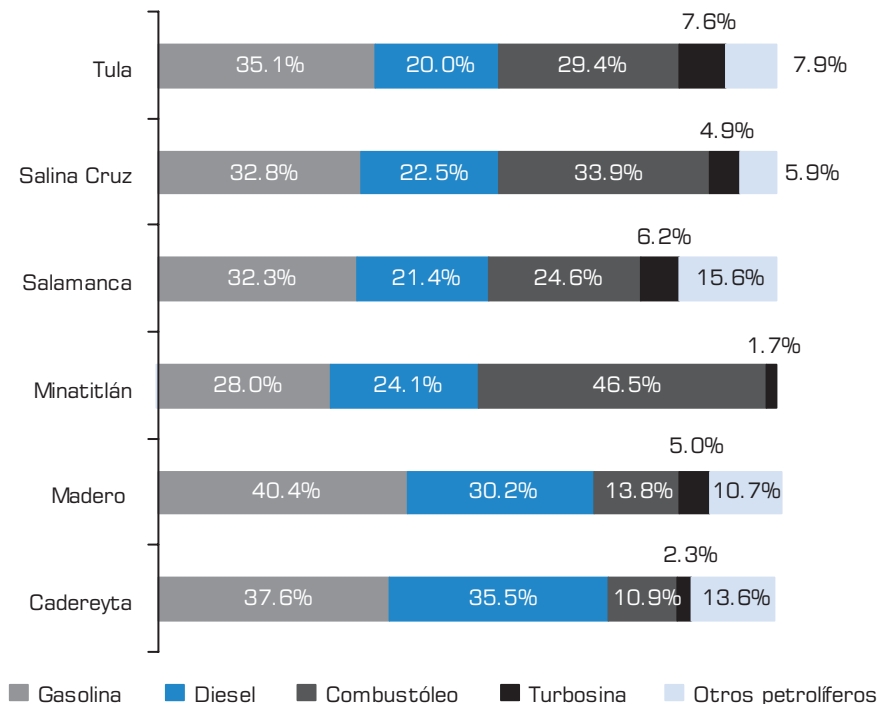


Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex, Sener y empresas privadas.

A nivel refinera, durante 2005, los mayores rendimientos en la producción de gasolinas se registraron en Madero y Cadereyta, como consecuencia de sus procesos de conversión profunda y al mayor procesamiento de crudo pesado. Sin embargo, como resultado de la conversión de residuales, los

rendimientos de combustóleo resultaron los más bajos, acordes a la política de producción de combustibles de mayor valor. En el caso de los destilados intermedios, los rendimientos tuvieron una mayor orientación hacia la obtención de diesel y en menor proporción para la turbosina.

**Gráfica 11**  
Rendimientos en refineras por productos, 2005 (por ciento)



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

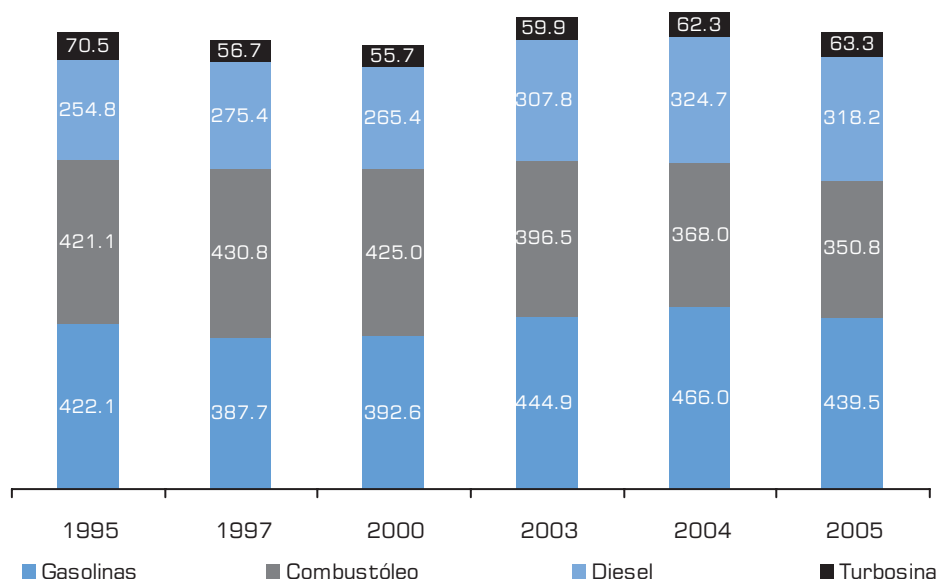
### 3.2 Producción nacional de petrolíferos, 1995-2005

La producción de combustóleo, diesel y gasolinas en 2005 resultó menor respecto a la del año anterior en 50.2 mbd, como consecuencia de la reducción en el procesamiento de crudo en cuatro refinерías (Cadereyta, Madero, Minatitlán y Salamanca), así como a las situaciones adversas mencionadas en el apartado anterior, que incidieron de manera temporal

en la operación normal, por lo cual se obtuvo una menor disponibilidad de infraestructura y la ejecución de acciones de mantenimiento no programadas.

Asimismo, la conclusión de las reconfiguraciones en las refinерías de Cadereyta, Madero, Tula y Salamanca (2002) permitió incrementar la producción de gasolinas en 2003<sup>6</sup>, en 41.3 mbd y los destilados intermedios en 31.3 mbd, con una consecuente reducción de combustóleo de 33.2 mbd.

**Gráfica 12**  
**Producción de petrolíferos en el SNR, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

Con base en los rendimientos por refinерía, la producción de petrolíferos en el 2005 estuvo orientada fundamentalmente hacia una mayor obtención de gasolinas, en el caso de Cadereyta y Madero. Después de este producto le siguió el diesel, no obstante, de acuerdo con su perfil de producción, Salina Cruz, Salamanca y Minatitlán se orientaron hacia el combustóleo.

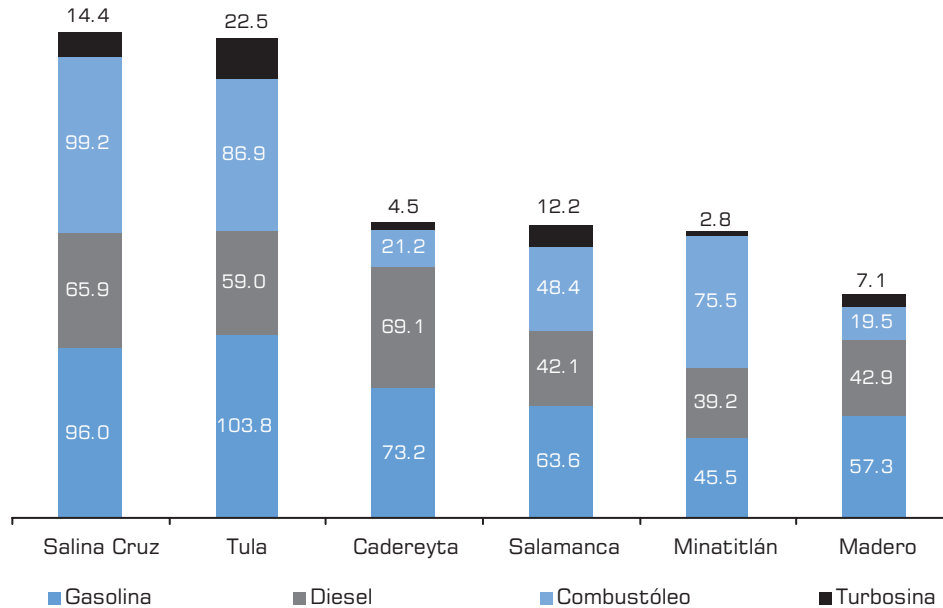
La turbosina mantuvo márgenes de producción muy reducidos comparados con las gasolinas y el diesel, ello como consecuencia de la alta intensidad por el uso en el autotransporte con respecto al transporte aéreo. La mayor producción de este energético proviene de los centros de Salamanca, Cadereyta y Madero.

En 2005, la mayor producción de los petrolíferos mencionados correspondió a las refinерías de Salina Cruz y Tula, las cuales, a diferencia de las cuatro restantes, no redujeron su procesamiento de crudo, sino por el contrario, incrementaron su volumen respecto al 2004, además de ser los centros de trabajo que poseen actualmente la mayor capacidad instalada para el procesamiento de crudo. Estas dos refinерías elaboraron el 46.1% del total de la oferta interna (véase gráfica 13).

<sup>6</sup> Considera únicamente a las cuatro refinерías citadas.



**Gráfica 13**  
**Producción de petrolíferos por refinería, 2005**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En el caso de las gasolinas, la oferta interna en el 2005, se conformó principalmente por la Pemex Magna<sup>7</sup> en un 90.0%, y la Premium participó con un 8.7%. El porcentaje restante lo integraron la gasolina base y otras corrientes. La mayor producción de gasolina Pemex Premium proviene de las refinerías de Salina Cruz y Madero, ambas elaboran el 69.0% del total nacional.

En 2005 la oferta interna de combustóleo fue de 350.8 mbd, volumen inferior en 17.2 mbd respecto a 2004. La producción total de combustóleo presentó en el periodo 1995-2005 un decremento de 70.2 mbd con una tmca negativa de 1.8.

En el último año del periodo, la mayor producción de combustóleo fue en Salina Cruz, que participa con el 28.3%, Tula con 24.8%, y las restantes participaron con el 46.9%. Cabe mencionar que la elaboración de combustóleo está conformada por dos tipos: el pesado y el intermedio 15

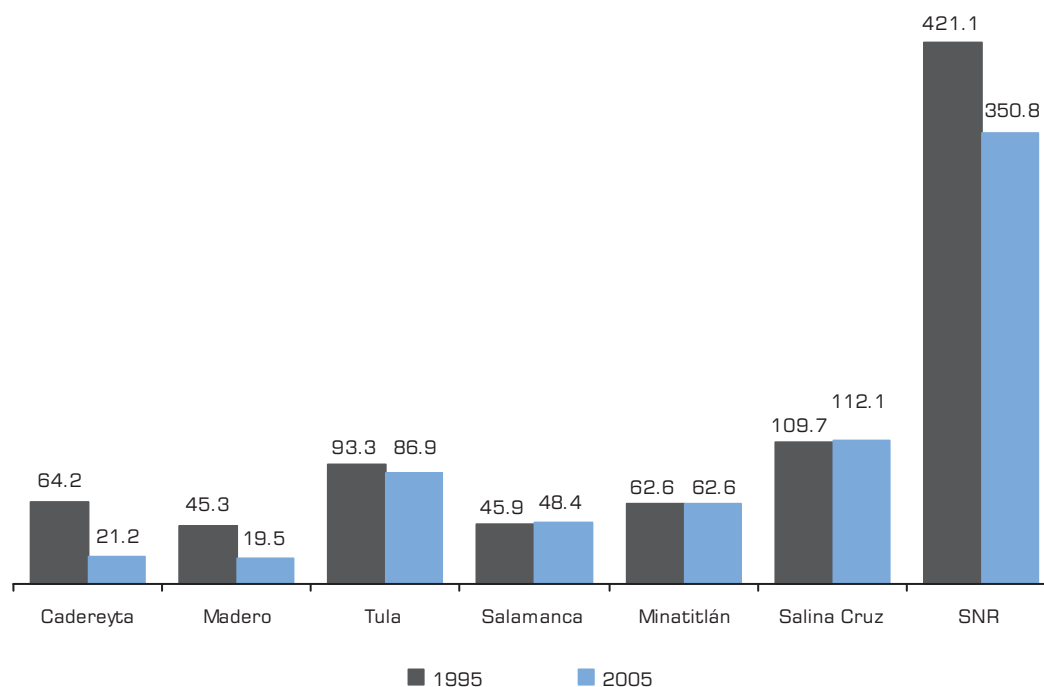
o paños. Asimismo, la mayor proporción de la oferta interna de combustóleo corresponde casi en su totalidad al tipo pesado y una muy baja proporción 0.2% al intermedio 15, el cual se destina al transporte marítimo y es elaborado únicamente en la refinería de Madero (véase gráfica 14).

Por su parte, el diesel<sup>8</sup> registró rendimientos de producción durante el 2005 en un rango de 20.0% y 30.5%, mientras que el volumen alcanzado fue de 318.2 mbd (véase cuadro 5). A lo largo de todo el periodo histórico, su oferta interna se incrementó a una tasa de 1.9% en promedio anual. No obstante, igualmente a los petrolíferos mencionados, la contracción en el procesamiento de crudo originó una producción 2.0% menor a la del 2004.

<sup>7</sup> En cuanto al contenido de azufre, la gasolina Pemex Magna se elabora con una concentración de 500 partes por millón (ppm) para la que se expide en las zonas metropolitanas del D.F., Guadalajara y Monterrey; para el resto del país su concentración máxima es de 1,000 ppm. En el caso de la gasolina Pemex Premium, su contenido de azufre fluctúa entre 250 y 300 ppm en toda la república. Las características de este combustible de bajo contenido de azufre forman parte del programa de mejoramiento de la calidad de los combustibles iniciado por PR.

<sup>8</sup> El diesel que actualmente se produce tiene una concentración de azufre de 300 ppm en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), y en el resto de la república se entrega con un máximo de 500 ppm.

**Gráfica 14**  
**Producción nacional de combustible por refinería, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

**Cuadro 5**  
**Producción de diesel por tipo de producto, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)

|                        | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>           | <b>254.8</b> | <b>269.6</b> | <b>275.4</b> | <b>290.0</b> | <b>271.9</b> | <b>265.4</b> | <b>281.6</b> | <b>266.9</b> | <b>307.8</b> | <b>324.7</b> | <b>318.2</b> | <b>1.9</b> |
| Pemex Diesel           | 150.4        | 207.5        | 242.2        | 250.7        | 248.4        | 254.5        | 266.6        | 246.7        | 290.8        | 319.6        | 312.3        | 4.6        |
| Diesel Desulfurado     | 101.5        | 56.1         | 22.8         | 23.0         | 6.9          | 1.2          | 1.1          | 0.7          | 0.6          | 0.0          | 0.0          | n.a.       |
| Carga HDS <sup>1</sup> | 0.9          | 6.0          | 10.1         | 16.3         | 16.6         | 9.7          | 13.9         | 19.5         | 16.4         | 5.1          | 5.9          | 0.0        |
| Otros                  | 2.0          | 0.0          | 0.2          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | n.a.       |

<sup>1</sup> Sirve como materia prima a las plantas hidrodesulfuradoras de destilados intermedios.

n.a. = no aplica.

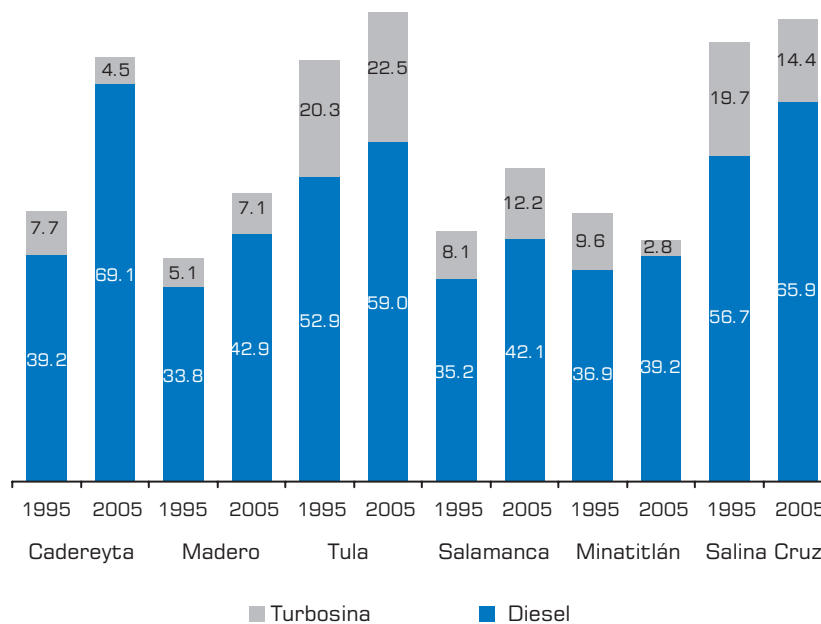
Fuente: Pemex Refinación.



Dentro de los destilados intermedios, el diesel superó en producción a la turbosina en casi cinco veces su volumen en 2005, a fin de poder satisfacer así el crecimiento de la demanda, de aquí la mayor orientación en el rendimiento del diesel respecto a la turbosina.

Cabe mencionar que en 2005, Cadereyta fue el centro de mayor producción de diesel 21.7%, mientras que Minatitlán mostró la menor contribución 12.3%. Estas dos refinерías, junto con la de Tula, redujeron conjuntamente su producción en 14.1 mbd respecto al año anterior. Esta contracción de la oferta no se observó en Madero, Salamanca y Salina Cruz, quienes por el contrario incrementaron su oferta en 7.7 mbd.

**Gráfica 15**  
**Producción nacional de destilados intermedios por refinерía, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

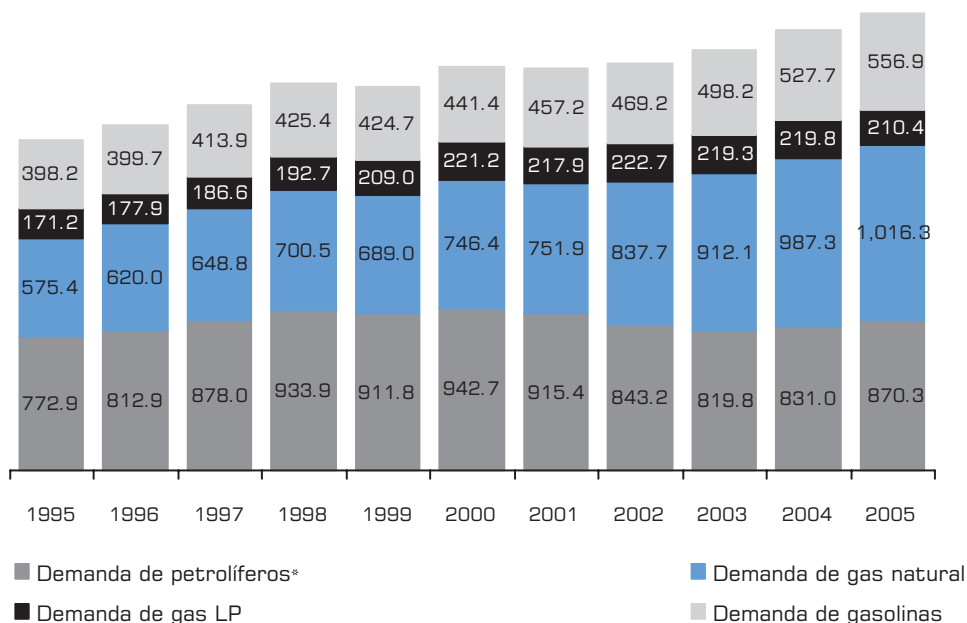
En lo referente al coque de petróleo, su oferta actual interna depende de las refinерías de Madero y Cadereyta cuya conclusión de la segunda fase del proyecto de reconfiguración permitió incrementar la producción de este petrolífero de 39.1 miles de toneladas (mt) en 2002 a 1,523.0 mt en el 2005, en este sentido, su tmca registrada en el periodo 1995-2005 es de 31.8%. En términos de participación, Madero produjo el 50.5%, mientras que Cadereyta el 49.5%.

### 3.3 Demanda nacional de petrolíferos, 1995-2005

La demanda nacional de hidrocarburos<sup>9</sup> en 2005 se ubicó en 2,653.9 mbdpce, en donde los petrolíferos contribuyeron con un 53.8%, el porcentaje restante 46.2% correspondió al gas natural y gas licuado de petróleo. Dentro de esta demanda nacional, las gasolinas tuvieron una participación del 21.0%, lo que las convierte en uno de los combustibles de mayor uso después del gas natural 38.3%; le siguen el combustóleo y el diesel con 15.5% y 13.2%.

<sup>9</sup> Petrolíferos, gas natural y gas licuado de petróleo.

**Gráfica 16**  
**Demanda nacional de combustibles, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)



\* Considera diesel, combustóleo, turbosina y coque de petróleo.  
 Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

### 3.3.1 Sector transporte

El sector transporte tiene un lugar significativo en el balance de energía nacional, ya que representa uno de los sectores de mayor consumo. Por ello en este apartado se mencionan los siguientes factores que influyen en el comportamiento de la demanda en este sector:

- En los últimos cuatro años el parque vehicular a gasolinas se ha incrementado en 3.2 millones de unidades<sup>10</sup>, ubicándose en 2005 en 18,000.5 miles de vehículos<sup>11</sup>.
- El índice de motorización entre 2002 y 2005 pasó de 143 a 169 vehículos por cada mil habitantes, lo que significa un crecimiento de 26 vehículos por millar en este periodo.

- La creciente actividad en el movimiento de carga y pasajeros se ve reflejada en un incremento del parque vehicular a diesel y consecuentemente en una evolución de este combustible.
- Las facilidades de crédito que han otorgado los distribuidores de vehículos para la adquisición de una nueva unidad, se ve expresada en una mayor venta de las mismas y, en consecuencia, un incremento en la demanda de estos combustibles. Al respecto, cabe mencionar que en 2005, comparado con el 2004, las ventas de unidades de carga en el autotransporte se incrementaron en 6,435 unidades.
- Las políticas de regularización de vehículos ilegales es otro aspecto que está contribuyendo a incrementar el volumen de vehículos existentes. En este sentido, en 2005 se regularizaron 990,867 vehículos.
- Los programas de renovación de parque vehicular a diesel por parte de algunas empresas productoras y oferentes de servicios representa ventajas en términos del costo

<sup>10</sup> Con base en información disponible de Melgar de México.

<sup>11</sup> De acuerdo a cifras proporcionadas por Melgar de México, la cual toma en consideración el parque dado de baja, vehículos reetiquetados, legales e ilegales; y modelos de unidades (edad del parque).



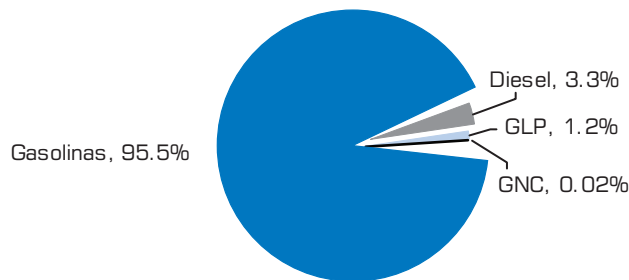
del combustible, por lo cual para algunos propietarios de vehículos a diesel representa una oportunidad para adquirir nuevas unidades.

- Otro aspecto a considerar es el rendimiento que ofrece un motor a diesel<sup>12</sup>, así como su capacidad de carga, su potencia y costos, tanto de combustible, como de mantenimiento, ocasionando una mayor preferencia por la adquisición de estos automotores.
- Políticas ambientales aplicadas a empresas en cuanto a la calidad del uso de combustibles.
- Aspectos de orden cultural y de seguridad que inducen a un uso excesivo del automóvil
- El otorgamiento de concesiones por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, propició un nuevo mercado de aerolíneas de bajo costo, así como el acondicionamiento de aeropuertos alternos, lo cual ha originado un incremento de las operaciones comerciales, de negocios y de turismo, y por tanto un aumento en la demanda de turbosina.

### 3.3.1.1 Transporte terrestre

Con base en lo anterior, las gasolinas mantienen su predominio de mayor demanda en el sector transporte, por lo que su aportación promedio durante el periodo de análisis fue del 60.3%, respecto al total de los combustibles consumidos en este segmento de la actividad económica. Por lo tanto, su crecimiento se atribuye a un elevado parque vehicular existente propulsado en su mayoría por gasolinas, es decir en 95.5%.

**Gráfica 17**  
Participación del parque vehicular por tipo de combustible, 2005 (por ciento)



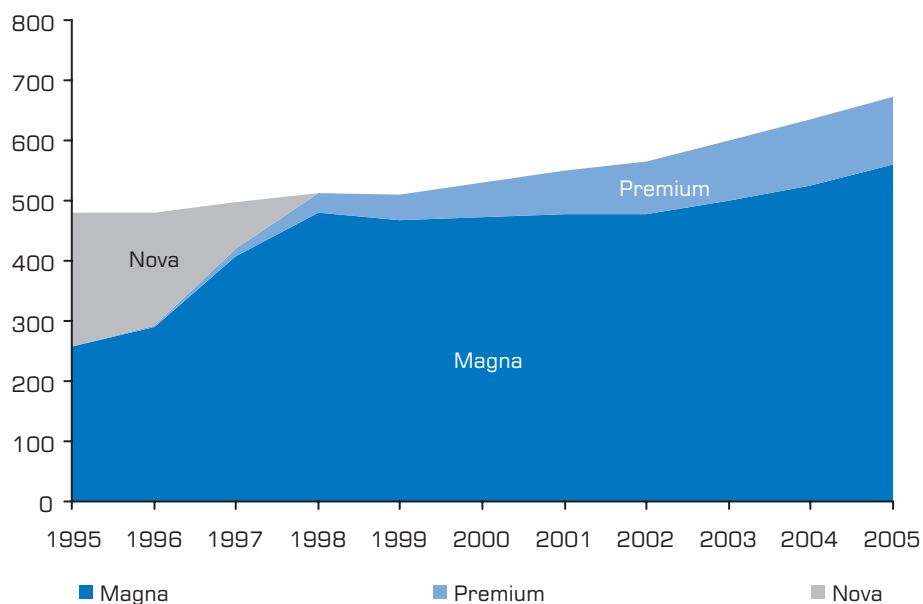
Fuente: IMP con base en AMIA, Melgar de México, DGAF, INEGI y empresas privadas.

El crecimiento anual observado para las gasolinas durante el periodo 1995-2005 fue de 3.4%, siendo la Pemex Magna la de mayor consumo, con una participación en 2005 de 83.3%.

Adicionalmente, la demanda de Pemex Magna es prácticamente cinco veces mayor a la de Pemex Premium, toda vez que la mayoría de parque vehicular corresponde a motores convencionales, donde mantiene buena aceptación; mientras que el segundo tipo es requerido sólo para vehículos con altas relaciones de compresión, es decir, para automóviles con motores de alto rendimiento (véase gráfica 18).

<sup>12</sup> Los motores a diesel se caracterizan por una alta relación de compresión en donde la potencia se controla por la cantidad de combustible inyectado y la calidad de la mezcla, lo que se convierte en una ventaja respecto a los vehículos de motor a gasolina.

**Gráfica 18**  
**Demanda de gasolinas por tipo en el sector transporte, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

**Cuadro 6**  
**Elaboración de gasolinas, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)

| Concepto           | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>       | <b>422.1</b> | <b>415.9</b> | <b>387.7</b> | <b>411.3</b> | <b>405.3</b> | <b>392.6</b> | <b>389.8</b> | <b>398.1</b> | <b>444.9</b> | <b>466.0</b> | <b>439.5</b> | <b>0.4</b> |
| Base <sup>1</sup>  | 35.1         | 22.3         | 12.4         | 48.4         | 45.9         | 27.9         | 22.4         | 25.9         | 10.5         | 3.9          | 4.8          | -18.1      |
| Nova               | 192.7        | 177.1        | 90.4         | 4.1          | 0.6          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | n.a.       |
| Otras <sup>2</sup> | 1.3          | 1.4          | 1.3          | 1.2          | 1.0          | 0.8          | 0.8          | 0.5          | 0.3          | 0.2          | 0.8          | -5.0       |
| Pemex Magna        | 193.1        | 214.7        | 282.5        | 347.9        | 346.6        | 346.0        | 349.4        | 349.9        | 396.5        | 418.0        | 395.7        | 7.4        |
| Pemex Premium      | -            | 0.43         | 1.12         | 9.67         | 11.21        | 17.92        | 17.30        | 21.77        | 37.60        | 43.83        | 38.20        | n.a.       |

<sup>1</sup> Comprende gasolinas de líquidos mas trasferencias de Cangrejera.

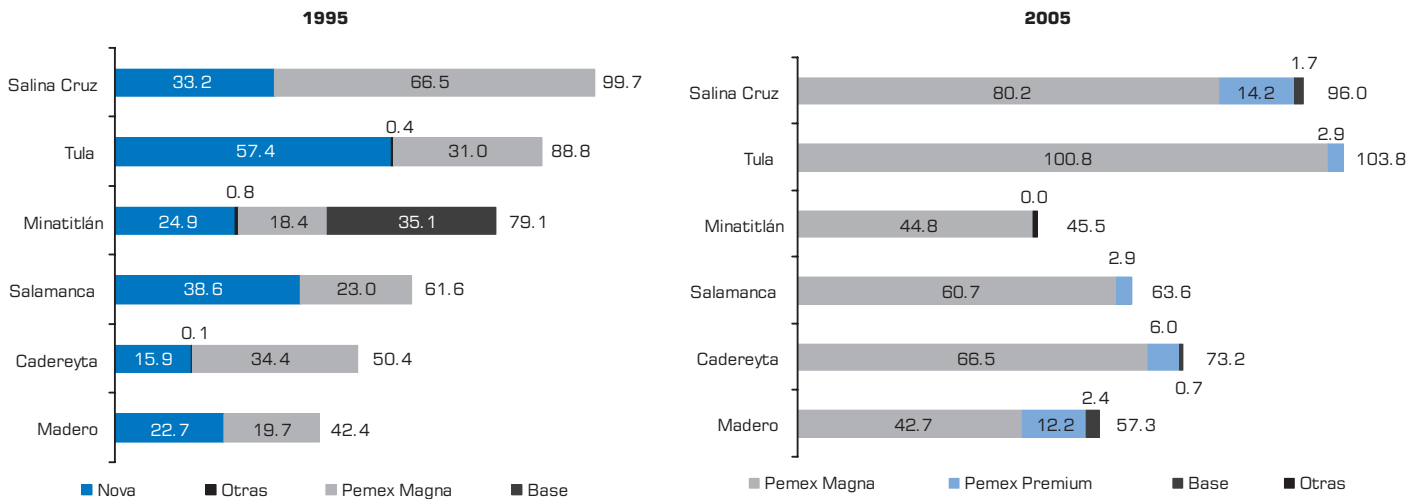
<sup>2</sup> Incluye gasolvente, gas nafta y gasolina incolora, no incluye gasavión.

n.a. = no aplica.

Fuente: IMP con base en Pemex y Sener.



**Gráfica 19**  
**Producción de gasolinas por centro de trabajo, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)

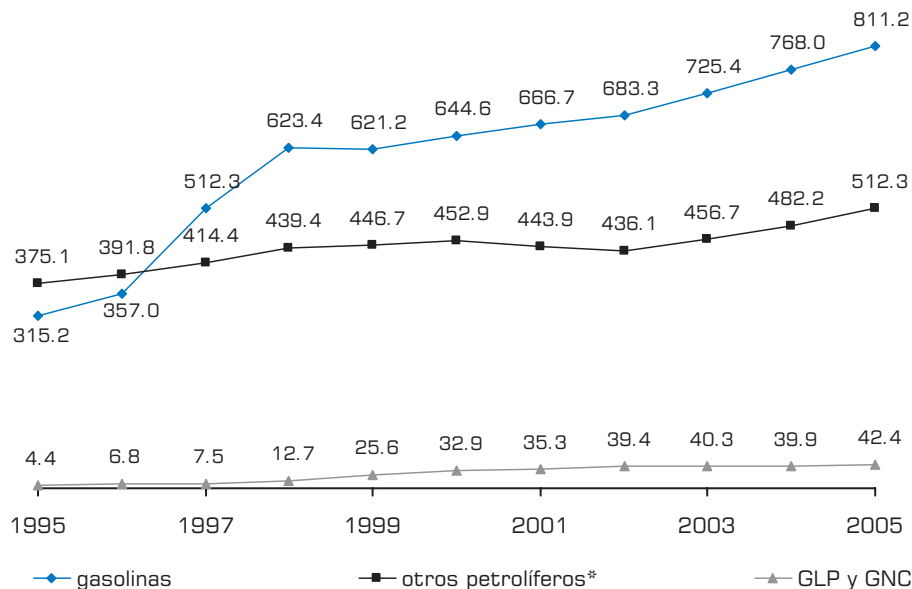


Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

La alta dependencia observada hacia las gasolinas también es atribuible a una limitada oferta de otros combustibles carburantes, tal es el caso del gas natural comprimido, el cual ha mostrado un escaso desarrollo en este segmento automotriz debido a la limitada infraestructura con la cual se dispone para la adquisición de este energético.

Así, la evolución de la gasolina frente a los otros combustibles utilizados en el transporte registró un comportamiento ascendente.

**Gráfica 20**  
**Evolución de la demanda de gasolinas y otros combustibles en el sector transporte, 1995-2005**  
 (Tera calorías por día)



\* Considera combustóleo, diesel y turbosina.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En el caso del gas LP carburante, su consumo ha sido influido más bien por cuestiones económicas coyunturales que por factores ambientales, sin embargo, por el incremento en su precio, se ha convertido en un factor limitante para el incremento en su demanda, aunado a los problemas de inseguridad en el caso de las conversiones no reguladas, donde las gasolinas han mantenido su posición predominante frente a la demanda de combustibles automotores.

Por su parte la demanda de diesel en el autotransporte, presentó una participación de 29.2% en 2005 respecto al total de los combustibles requeridos por este segmento del sector,

donde como ya se mencionó el mayor porcentaje correspondió a las gasolinas con 67.9%.

Cabe mencionar que el autotransporte a diesel es el que presenta el mayor consumo respecto al transporte marítimo y ferroviario, debido fundamentalmente a la posición relativa y su acceso a los diferentes mercados, tanto de transferencia de carga, como de pasajeros. Así, en 2004 el transporte de pasajeros a través del Servicio Público Federal (SPF) fue de 2,860 millones de personas, mientras que por vía férrea se desplazaron sólo 253 mil pasajeros<sup>13</sup>.

**Cuadro 7**  
**Demanda interna de diesel del sector transporte, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

|                        | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>           | <b>209.2</b> | <b>218.9</b> | <b>232.3</b> | <b>243.3</b> | <b>244.9</b> | <b>249.6</b> | <b>244.6</b> | <b>241.6</b> | <b>254.8</b> | <b>269.0</b> | <b>288.1</b> | <b>3.3</b> |
| Autotransporte         | 198.1        | 196.0        | 207.9        | 214.8        | 214.5        | 217.8        | 216.2        | 217.3        | 230.0        | 243.9        | 261.9        | 2.8        |
| Transporte marítimo    | 11.0         | 11.3         | 12.6         | 17.5         | 20.0         | 21.0         | 18.2         | 13.6         | 14.1         | 13.5         | 14.7         | 2.9        |
| Transporte ferroviario | n.d.         | 11.7         | 11.9         | 11.0         | 10.4         | 10.9         | 10.2         | 10.6         | 10.7         | 11.5         | 11.5         | n.a.       |

n.a.: no aplica

n.d.: no disponible

Fuente: IMP con base en información de Pemex, SCT y Sener.

Por su parte, el autotransporte de carga por medio del SPF representó un desplazamiento de 426,100 miles de toneladas, y por ferrocarril 88,097 miles de toneladas<sup>14</sup>. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia que guarda este servicio en el movimiento de pasajeros y carga, mostrando además que la demanda de diesel ha mantenido una tendencia creciente a lo largo del periodo.

De acuerdo a lo anterior, la demanda observada de diesel lo convierten en el segundo combustible de mayor importancia en el sector transporte, después de la gasolina, principalmente por elementos de costos del mismo, rendimientos, rutas de recorrido y disponibilidad del energético, volumen y tipo de carga a transportar e intensidad de uso entre otros elementos. En este sentido, se coloca en el segundo combustible de mayor consumo durante el periodo 1995-2005, al participar con un promedio de 32.6%, en relación al total de energéticos demandados en el autotransporte.

### 3.3.1.1.1 Desarrollo del parque vehicular nacional, 2004-2005

Un aspecto que ha impactado la demanda de gasolinas es el incremento en la venta de automóviles registrado en la última década. El aumento de las ventas internas de vehículos a gasolina, (automóviles y camiones) durante los últimos 10 años, fue de 948 mil unidades<sup>15</sup>, reflejadas en un crecimiento promedio anual del 22.4%.

Esta evolución de la demanda de vehículos permitió registrar un incremento del 517.2% en 2004 respecto a 1995. Para este último año, las ventas registradas fueron de un millón 132 mil unidades, lo cual significa un incremento del 16.0% con relación al 2003. De este total, 714 mil y 418 mil unidades fueron a automóviles y camiones, respectivamente.

<sup>13</sup> Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Anuario Estadístico, 2004.

<sup>14</sup> Ibidem.

<sup>15</sup> AMDA, AMIA e INEGI.



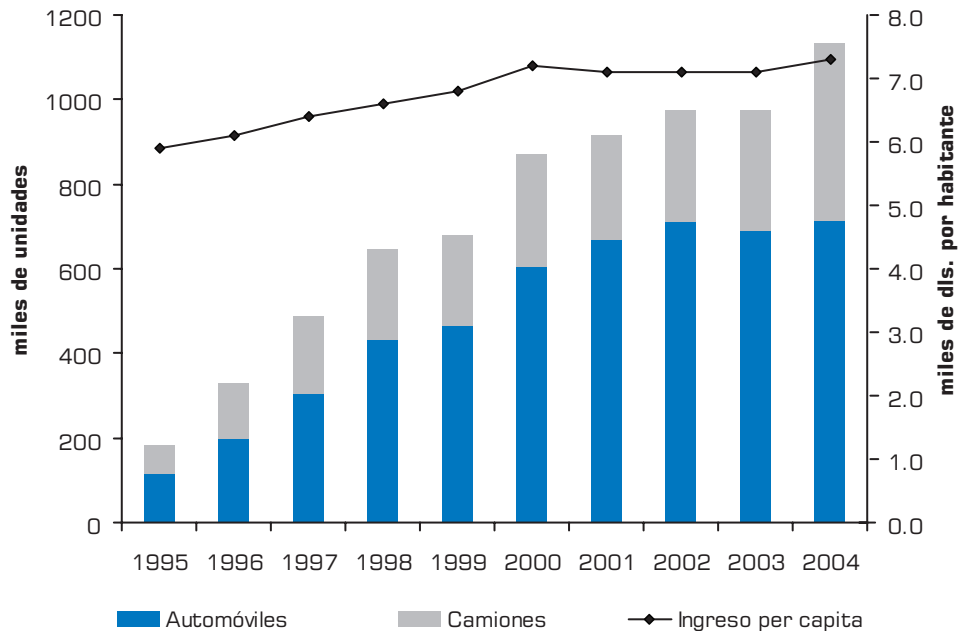
Asociado a lo anterior, otro factor relevante en la mayor demanda de automóviles fue el ingreso per cápita registrado en el periodo 1995-2005, el cual mostró un crecimiento promedio anual de 2.5%, al pasar de 5.9 a 7.6 miles de dólares por habitante<sup>16</sup> (véase gráfica 21).

En este contexto, durante la última década, la demanda de gasolinas ha registrado un crecimiento promedio anual de 3.4%. Así, para 2005 la demanda de este combustible fue de 672.1 mbd; 35.3 mbd más respecto al 2004, lo cual demuestra la relación directa entre la venta de vehículos y el volumen de combustible consumido (véase gráfica 23)

Por otra parte, la demanda en el sector transporte, considerando además de los petrolíferos analizados al gas LP carburante y gas natural comprimido (GNC), fue de 28.7 mbdpce (véase gráfica 24).

En 2004 la composición del parque vehicular de pasaje y carga terrestre, fue de 16,956 unidades. De este total, 12,487 unidades correspondieron a vehículos de pasaje y 4,469 a unidades de carga. Ver cuadro 8.

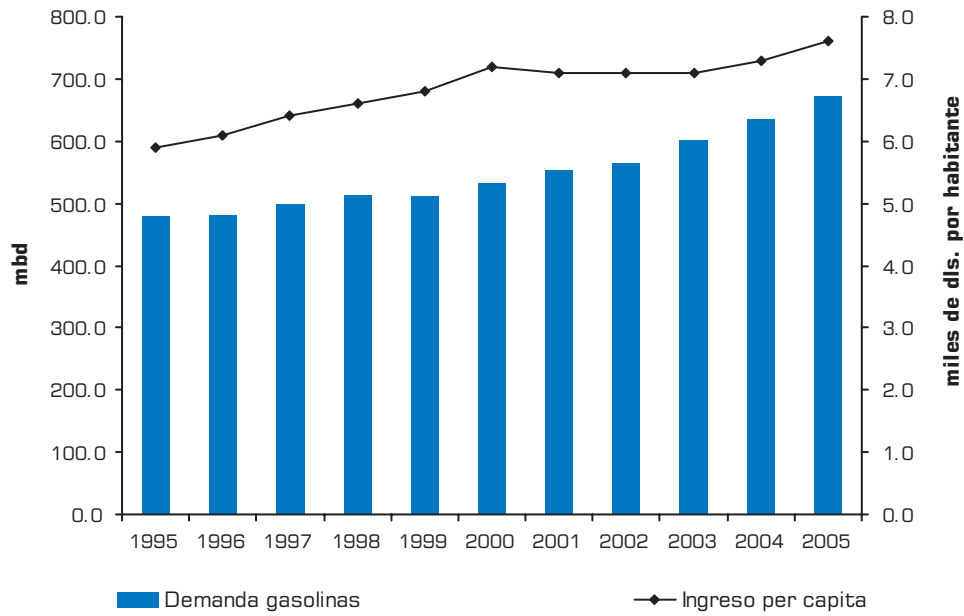
**Gráfica 21**  
**Ventas de automóviles<sup>1</sup> e ingreso per cápita, 1995-2004**



<sup>1</sup> Incluye Camiones y Automóviles.  
Fuente: IMP con base en información de AMIA, INEGI, Pemex y Sener.

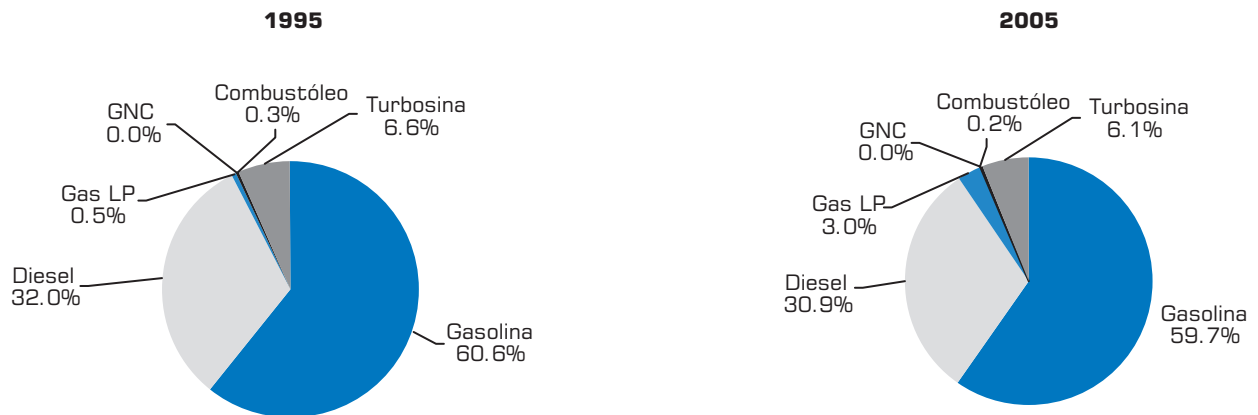
<sup>16</sup> Es importante mencionar que de acuerdo a "Indicadores de Desarrollo Mundial 2005" del Banco Mundial, se determinó un ingreso per cápita en México de 6.770 miles de dólares, el más alto de América Latina.

**Gráfica 22**  
**Demanda interna de gasolinas<sup>1</sup> e ingreso per cápita**



<sup>1</sup> Incluye al sector petrolero.  
 Fuente: IMP con base en información de AMIA, INEGI, Pemex y Sener.

**Gráfica 23**  
**Participación de combustibles en el sector transporte, 1995 y 2005 (por ciento)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex, Sener y empresas privadas.



**Cuadro 8**  
**Parque Vehicular por clase y tipo de combustible, 2004**  
(miles de unidades)

| Tipo         | Clase            | Diesel       | GLP          | GNC        | Magna           | Premium        | Total           |
|--------------|------------------|--------------|--------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Pasaje       | Compacto         | -            | -            | -          | 3,932.4         | 932.1          | <b>4,865.0</b>  |
|              | Lujo y deportivo | -            | -            | -          | 1,361.2         | 185.6          | <b>1,547.0</b>  |
|              | Subcompacto      | -            | -            | -          | 3,700.0         | 890.8          | <b>4,591.0</b>  |
|              | Ligeros          | -            | 7.7          | 1.8        | 1,277.4         | 114.9          | <b>1,401.9</b>  |
|              | Pesado           | 83.2         | -            | -          | -               | -              | <b>83.2</b>     |
| Carga        | Ligeros          | -            | 321.8        | 0.0        | 3,633.8         | -              | <b>3,956.0</b>  |
|              | Pesado           | 513.2        | -            | -          | -               | -              | <b>513.0</b>    |
| <b>Total</b> |                  | <b>596.4</b> | <b>329.5</b> | <b>1.8</b> | <b>13,904.8</b> | <b>2,123.4</b> | <b>16,955.9</b> |

Fuente: IMP con base en AMIA, Melgar de México, INEGI, SCT y empresas privadas.

La importancia del gas LP carburante como combustible alternativo a la gasolina y diesel en los medios de transporte vehicular, hizo que en 2005 tuviera una participación del 1.9%. Además, este combustible presenta beneficios en el costo de su conversión vehicular, ya que es representativamente menor frente a opciones como el gas natural. En cuanto al medio ambiente, disminuye la generación de contaminantes que emiten los vehículos y su combustión es eficiente y limpia si la conversión se hizo de acuerdo a la normatividad.

El uso del GNC es relativamente reciente y, pese a las significativas ventajas en materia ambiental y su escaso desarrollo en cuanto a infraestructura para propiciar su uso como combustible alternativo, no ha logrado tener un impacto considerable en dicho sector.

En diferentes países, el uso de GNC en el transporte tiene gran aceptación, se estiman más de 5 millones de vehículos en circulación en todo el mundo utilizando este combustible<sup>17</sup>.

### 3.3.1.2 Transporte aéreo

Relativo al transporte aéreo, después de la caída registrada con los atentados del 11 de septiembre de 2001 en EU, la guerra en Irak y enfermedades como el Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS), que pusieron en serios problemas a la industria aérea mundial generando pérdidas económicas, tanto a nivel internacional como en el nacional; se ha logrado mantener la fase de recuperación en el país, al fomentarse la inversión en ese sector, por lo que durante el periodo de 1995 a 2005 registró un crecimiento de la demanda nacional de turbosina de 2.8%.

En este sentido, referente al desarrollo de la aviación dentro del sistema económico nacional, se ha observado en los últimos años una participación activa manifestada en un incremento de las operaciones comerciales y de negocios, lo que ha fomentado a su vez el aumento de las operaciones y de la demanda de usuarios, motivando así a realizarse ampliaciones y descentralizaciones dentro de aeropuertos como el de Guadalajara, Cancún y Monterrey, donde se han desarrollado Centros Distribuidores de Tráfico Aéreo para todo el país.

**Cuadro 9**  
**Operaciones por tipo de aviación, 2000-2005**  
(miles de operaciones)

| Tipo                 | 2000          | 2001          | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | tmca       |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| <b>Total</b>         | <b>1470.9</b> | <b>1465.7</b> | <b>1457.0</b> | <b>1458.8</b> | <b>1526.2</b> | <b>1569.2</b> | <b>1.3</b> |
| Comercial regular    | 934           | 946.2         | 933.2         | 922.1         | 961.7         | 975.6         | 0.9        |
| Charter              | 75.8          | 36.8          | 32.1          | 34.7          | 33.8          | 31.4          | -16.1      |
| Comercial no regular | 160.8         | 161.4         | 169           | 181.2         | 204.8         | 215.2         | 6.0        |
| Aviación general     | 300.3         | 302.1         | 303.8         | 302.6         | 301.3         | 310.8         | 0.7        |
| Carga                | n.d.          | 19            | 18.8          | 18.3          | 24.7          | 36.1          | n.d.       |

n.d. = no disponible

Fuente: IMP, con base en ASA.

<sup>17</sup> International Association for Natural Vehicles.

Asimismo, cabe señalar que además del acondicionamiento de aeropuertos alternos al de la ciudad de México (Cuernavaca, Puebla, Querétaro y Toluca), se inició el proceso de apertura del mercado de la aviación nacional con la aparición de las aerolíneas de bajo costo, con las cuales se incrementó la flota aérea con 120 aviones nuevos, dando acceso además a un mayor número de la población demandante del servicio.

De esta forma, actualmente la flota de las aerolíneas dedicadas al pasaje se ubica en 230 aviones, por lo cual se estima un aumento de 50% más de oferta con la aparición de las nuevas aerolíneas.

Por otra parte, además de renovar algunos convenios bilaterales en América Latina, se han abierto nuevos acuerdos con China, Hong Kong, Australia y Sudáfrica, lo cual se ha visto reflejado en el crecimiento de las operaciones comerciales.

Asimismo, en los últimos dos años y medio se han renegociado convenios con más de 17 países para estimular los vuelos desde y hacia México<sup>18</sup>.

Además de los movimientos de las operaciones aéreas y el movimiento de pasajeros se ha tenido un mayor flujo de usuarios en la terminal de Toluca, con 63 mil 143 aterrizajes y despegues; debido a que las líneas de bajo costo tienen esa sede para sus vuelos (véase cuadro 10).

En materia de costo de la turbosina, entre 2004 y 2005, se observó un incremento significativo al pasar de un rango de entre 16% y 18% del gasto operativo de las líneas aéreas, a 30% ó 32%, esto inducido por los altos precios del crudo que se ha registrado a últimas fechas, lo cual ha impactado en el costo de los boletos aéreos.

**Cuadro 10**  
**Pasajeros transportados por tipo de aviación, 2000-2005**  
(miles de pasajeros)

| Tipo                              | 2000            | 2001            | 2002            | 2003            | 2004            | 2005            | %            | Variación<br>2004-2005 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|------------------------|
| <b>Total</b>                      | <b>59,366.2</b> | <b>59,208.3</b> | <b>57,480.2</b> | <b>61,357.3</b> | <b>66,418.7</b> | <b>69,419.9</b> | <b>100.0</b> | <b>4.5</b>             |
| Comercial regular <sup>1</sup>    | 52,996.9        | 53,470.5        | 52,618.7        | 55,939.6        | 60,890.8        | 64,430.1        | 92.8         | 5.8                    |
| Charter <sup>2</sup>              | 5,906.6         | 4,818.7         | 3,965.1         | 4,465.3         | 4,447.0         | 3,874.1         | 5.6          | -12.9                  |
| Comercial no regular <sup>3</sup> | 462.7           | 490.5           | 496.5           | 541.5           | 630.3           | 649.1           | 0.9          | 3.0                    |
| Aviación General <sup>4</sup>     | n.d.            | 428.6           | 399.8           | 411.1           | 450.5           | 466.6           | 0.7          | 3.6                    |

<sup>1</sup> Se refiere a aeronaves de líneas aéreas.

<sup>2</sup> Se refiere a aeronaves comerciales.

<sup>3</sup> Se refiere a taxis aéreos.

<sup>4</sup> Se refiere a aeronaves privadas, oficiales, militares y aviación general con matrícula extranjera.

n.a. no aplica.

n.d. no disponible

Fuente: IMP, con base en ASA.

### 3.3.1.3 Demanda regional

Los consumos de gasolinas registrados en el periodo 1995-2005, se incrementaron 3.4% en promedio anual. Así, durante el último año del periodo, la región Centro presentó una mayor participación en la demanda con 29.9% (véase gráfica 24 y cuadro 11). Por sectores, el consumo total de este combustible, distribuido en las cinco regiones, el del transporte representó el 65.8%, atribuible a la creciente evolución del parque vehicular.

<sup>18</sup> *El Porvenir*, del 14 de marzo del 2006.

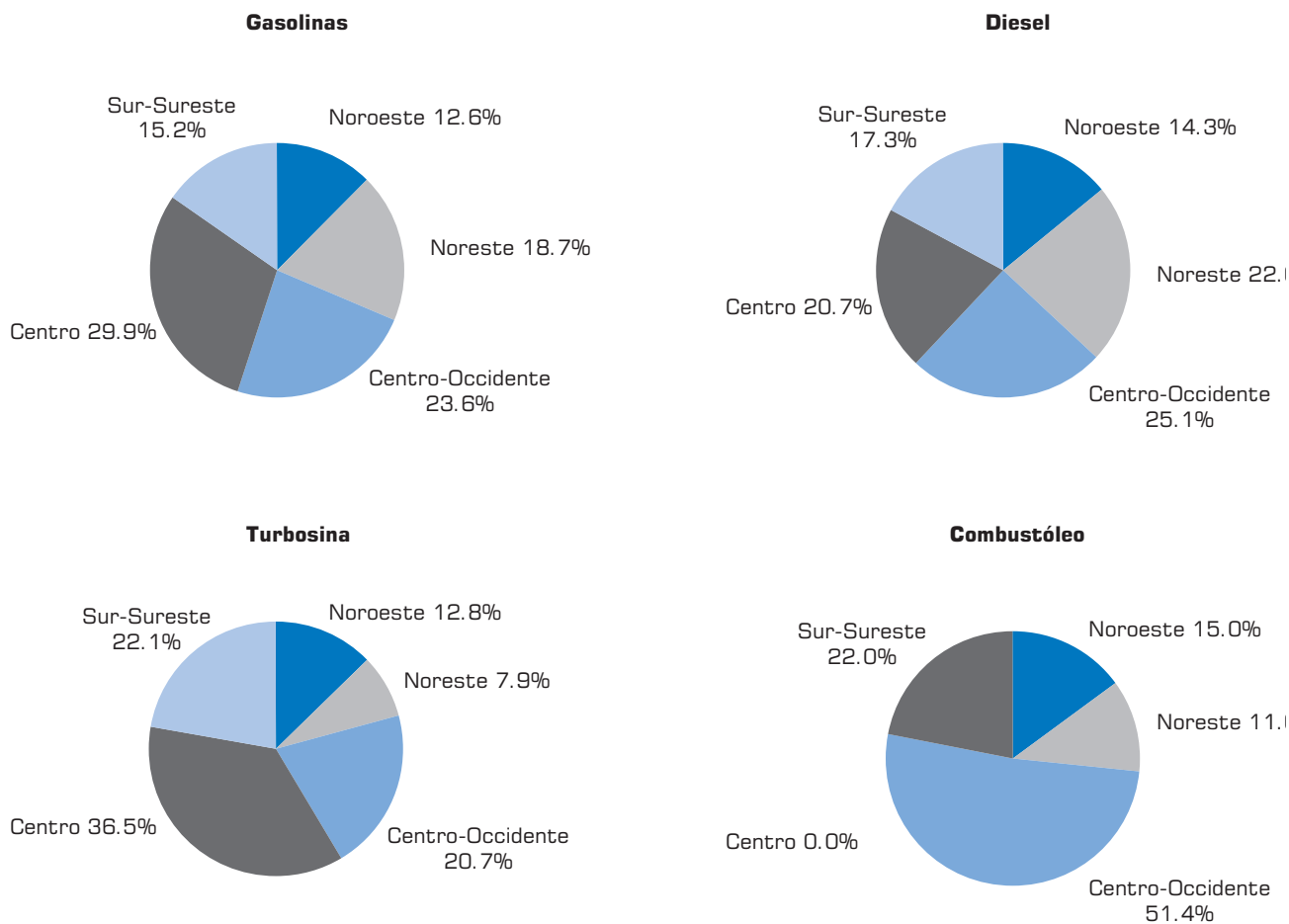


**Cuadro 11**  
**Demanda regional de gasolinas en el sector transporte, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)

| Región           | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>478.8</b> | <b>480.6</b> | <b>497.8</b> | <b>511.7</b> | <b>511.0</b> | <b>531.4</b> | <b>550.6</b> | <b>565.3</b> | <b>600.5</b> | <b>636.1</b> | <b>671.5</b> | <b>3.4</b> |
| Noroeste         | 59.9         | 61.8         | 63.8         | 65.2         | 64.6         | 66.8         | 68.7         | 67.3         | 72.8         | 78.9         | 84.8         | 3.5        |
| Noreste          | 87.5         | 88.3         | 92.3         | 96.0         | 93.5         | 98.2         | 101.9        | 103.8        | 115.4        | 121.8        | 125.5        | 3.7        |
| Centro-Occidente | 104.0        | 104.9        | 108.7        | 111.9        | 113.6        | 119.0        | 125.1        | 130.9        | 137.8        | 147.1        | 158.8        | 4.3        |
| Centro           | 162.6        | 160.0        | 164.3        | 168.8        | 170.4        | 175.0        | 179.2        | 183.3        | 188.4        | 194.3        | 200.6        | 2.1        |
| Sur-Sureste      | 64.9         | 65.6         | 68.7         | 69.7         | 69.0         | 72.4         | 75.7         | 79.9         | 86.1         | 94.0         | 101.8        | 4.6        |

Fuente: IMP, con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, Pemex y Sener.

**Gráfica 24**  
**Participación de petrolíferos seleccionados del sector transporte en la demanda interna por región, 2005**



Fuente: IMP, con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, Pemex y Sener.

La demanda de diesel en los últimos 10 años registró un crecimiento de 3.9% anual, y las regiones con mayor dinamismo en el consumo fueron Centro-Occidente, Noreste y Centro. En este sentido, la demanda interna de diesel tuvo una contribución del 28.2%, siendo el segundo combustible de importancia en el

transporte, después de las gasolinas, lo cual se explica en gran medida por un aumento en el consumo del autotransporte y ferroviario, sin dejar de mencionar la reducida participación del transporte marítimo.

**Cuadro 12**  
**Demanda regional de diesel en el sector transporte, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>209.2</b> | <b>218.9</b> | <b>232.3</b> | <b>243.3</b> | <b>244.9</b> | <b>249.6</b> | <b>244.6</b> | <b>241.6</b> | <b>254.8</b> | <b>269.0</b> | <b>288.1</b> | <b>3.3</b> |
| Noroeste         | 32.8         | 35.0         | 35.6         | 37.4         | 36.4         | 35.4         | 34.8         | 33.9         | 35.2         | 37.9         | 41.3         | 2.3        |
| Noreste          | 47.0         | 48.1         | 52.4         | 55.2         | 53.7         | 54.4         | 51.1         | 50.1         | 55.2         | 59.4         | 65.1         | 3.3        |
| Centro-Occidente | 52.3         | 55.2         | 59.3         | 61.3         | 63.6         | 65.7         | 64.2         | 63.5         | 65.3         | 67.9         | 72.3         | 3.3        |
| Centro           | 40.8         | 43.1         | 45.7         | 48.0         | 49.1         | 49.9         | 50.6         | 52.2         | 54.4         | 57.0         | 59.7         | 3.9        |
| Sur-Sureste      | 36.2         | 37.5         | 39.3         | 41.5         | 42.1         | 44.2         | 43.9         | 42.0         | 44.7         | 46.8         | 49.7         | 3.2        |

Fuente: IMP, con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, Pemex y Sener.

**Cuadro 13**  
**Demanda regional de combustible en el sector transporte, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 1995       | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | 2003       | 2004       | 2005       | tmca        |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| <b>Total</b>     | <b>1.7</b> | <b>2.3</b> | <b>2.0</b> | <b>2.9</b> | <b>3.4</b> | <b>2.9</b> | <b>2.1</b> | <b>1.8</b> | <b>1.6</b> | <b>1.4</b> | <b>1.5</b> | <b>-1.2</b> |
| Noroeste         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.1        | 0.1        | 0.0        | 0.1        | 0.2        | 0.2        | 42.6        |
| Noreste          | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.3        | 0.3        | 0.7        | 0.4        | 0.2        | 0.1        | 0.1        | 0.2        | 1.7         |
| Centro-Occidente | 0.9        | 1.1        | 0.8        | 1.1        | 1.7        | 0.9        | 0.8        | 0.7        | 0.7        | 0.6        | 0.8        | -1.4        |
| Centro           | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -           |
| Sur-Sureste      | 0.7        | 0.9        | 0.9        | 1.4        | 1.4        | 1.2        | 0.9        | 1.0        | 0.7        | 0.5        | 0.3        | -6.5        |

Fuente: IMP, con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, Pemex y Sener.

**Cuadro 14**  
**Demanda nacional de turbosina<sup>1</sup> por región, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 1995        | 1996        | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | tmca       |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>45.0</b> | <b>45.8</b> | <b>47.8</b> | <b>53.0</b> | <b>55.8</b> | <b>56.0</b> | <b>55.7</b> | <b>53.7</b> | <b>54.7</b> | <b>58.1</b> | <b>59.2</b> | <b>2.8</b> |
| Noroeste         | 6.0         | 6.3         | 6.6         | 6.9         | 7.5         | 7.4         | 7.6         | 7.4         | 7.3         | 7.3         | 7.6         | 2.4        |
| Noreste          | 3.9         | 3.8         | 4.0         | 4.1         | 4.0         | 3.8         | 4.3         | 4.0         | 5.1         | 4.8         | 4.7         | 1.9        |
| Centro-Occidente | 7.9         | 8.7         | 9.5         | 10.5        | 11.3        | 11.6        | 11.4        | 10.7        | 10.3        | 11.2        | 12.3        | 4.5        |
| Centro           | 18.2        | 17.2        | 17.4        | 21.2        | 21.3        | 21.2        | 20.7        | 20.8        | 19.8        | 21.2        | 21.6        | 1.8        |
| Sur-Sureste      | 9.1         | 9.7         | 10.2        | 10.2        | 11.7        | 12.0        | 11.7        | 10.8        | 12.2        | 13.6        | 13.1        | 3.7        |

<sup>1</sup> incluye gasavión.

Fuente: IMP, con base en información de Pemex.



El consumo de turbosina se elevó a lo largo de todo el periodo 2.8% en promedio anual. Las regiones que mostraron una mayor contribución a la demanda al término de este lapso fueron la Centro, Sur-Sureste y Centro-Occidente, cuya participación en este sector fue de 5.8.

Un aspecto a mencionar, el cual ha influido en el creciente uso de este energético, es la posición que algunos estados de la República Mexicana han tomado para realizar esfuerzos individuales a fin de impulsar una política de cielos abiertos como una de las medidas para fomentar el turismo, siendo el caso de Jalisco el primero de ellos, quien presentó una iniciativa para impulsar, ante autoridades federales y el Congreso de la Unión, reformas al marco legal para permitir instaurar esta política en la transportación aérea mexicana.

En el transporte marítimo el consumo del combustóleo mantiene su tendencia a la baja al registrar una tmc negativa de -1.2% en el lapso 1995-2005, cabe mencionar que la mayor demanda del energético se presentó en la región Centro-Occidente.

### 3.3.2 Sector eléctrico

El combustóleo, después del gas natural, se sigue manteniendo como una de las principales fuentes de energía de este sector. Su consumo durante el periodo 1995-2005

se redujo 1.6% en promedio anual, no obstante, su tendencia creciente se ve revertida a partir del 2000 como consecuencia de una política sustentable fundada en un mayor uso del gas natural.

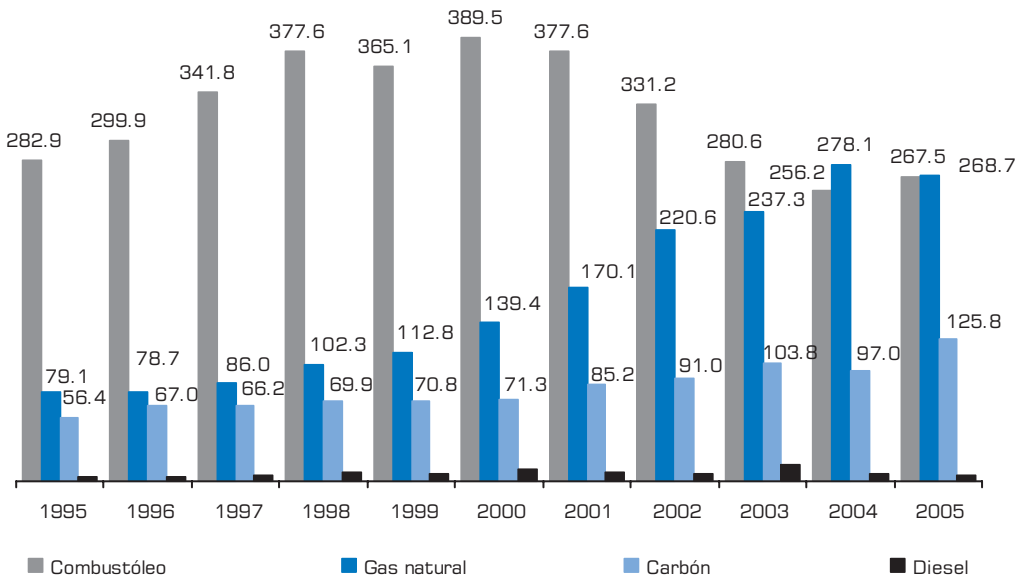
#### 3.3.2.1 Público

Durante el periodo de 2004 a 2005 se registró un aumento de 11.2 mbd en el consumo de combustóleo al pasar de 256.2 a 267.5 mbd. En 2005 la generación bruta total de electricidad fue de 218,871 de GWh, 5.0% mayor, referido al año anterior.

En lo referente al consumo de combustibles fósiles en este sector, de 1995 a 2005 se observó un crecimiento de 4.7%. Cabe mencionar que el combustóleo presentó una caída de 0.6% durante ese mismo lapso, lo cual indica que los cambios de tecnología en algunos procesos han favorecido la incursión del carbón y del gas natural como energías sustitutas. Sin embargo, en comparación con 2004, el combustóleo se recuperó en 11.2 mbdce<sup>19</sup> para 2005, lo cual fue inducido por el alto precio del gas natural (véase gráfica 25).

Cabe señalar que el 12.6% de la energía total producida en México proviene de sistemas hidroeléctricos, 29.7% de combustóleo y 33.5% de plantas de ciclo combinado que operan con gas natural.

**Gráfica 25**  
Consumo de combustibles fósiles en el sector eléctrico público, 1995-2005  
(miles de barriles diarios de combustóleo equivalente)



Fuente: IMP, con base en información de CFE y Pemex.

<sup>19</sup> Miles de barriles diarios de combustóleo equivalente.

Otro factor que puede incidir en el consumo de combustóleo en este sector es el costo promedio de los combustibles registrados en el periodo, el cual presentó un incremento con respecto al anterior, siendo el más significativo el correspondiente al del carbón medido por unidad de energía, que repuntó en 45.1%. En segundo lugar se ubica el costo del gas natural cuyo incremento llegó al 9.0% seguido del combustóleo con un ascenso del 6.3 %. El diesel sólo registró el menor aumento con tan sólo el 3.6%.

### 3.3.2.2 Privado (autogeneración)

Durante el periodo de estudio, el sector eléctrico privado ha ido tomando auge debido a la mayor frecuencia con que las empresas generen su propia energía, para lo cual utilizan combustibles como el combustóleo, gas natural, diesel y coque de petróleo.

En el caso particular del combustóleo, su uso ha ido disminuyendo al registrar una tmca negativa de 3.2 en el lapso 1997-2005, ya que ha sido sustituido por el gas natural, principalmente por las ventajas ambientales que representa en los procesos.

**Cuadro 15**  
**Consumo de combustibles fósiles en el sector eléctrico privado, 1997-2005**  
(miles de barriles diarios de combustóleo equivalente)

| Combustible       | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | tmca       |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Total</b>      | <b>33.0</b> | <b>33.8</b> | <b>35.5</b> | <b>37.4</b> | <b>28.3</b> | <b>31.3</b> | <b>39.3</b> | <b>81.8</b> | <b>60.3</b> | <b>7.8</b> |
| Gas natural       | 18.5        | 18.6        | 18.5        | 18.2        | 12.9        | 19.5        | 27.2        | 58.0        | 36.7        | 9.0        |
| Combustóleo       | 14.2        | 14.9        | 16.5        | 18.7        | 14.8        | 10.9        | 10.6        | 12.2        | 10.9        | -3.2       |
| Diesel            | 0.4         | 0.4         | 0.5         | 0.4         | 0.5         | 0.9         | 1.6         | 0.4         | 0.8         | 10.6       |
| Coque de petróleo | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 11.1        | 11.9        | n.a.       |

n.a. = no aplica.

Fuente: IMP, con base en información de CRE y Pemex.

Las ramas industriales que utilizan el combustóleo para la autogeneración en sus procesos son: la azucarera, la alimenticia, la minera, la papelera, la petrolera, la química, la siderúrgica, la textil y la de turismo.

**Cuadro 16**  
**Consumo de combustóleo por modalidad, 1996-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Modalidad              | 1996        | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Total</b>           | <b>10.8</b> | <b>14.2</b> | <b>14.9</b> | <b>16.5</b> | <b>18.7</b> | <b>14.8</b> | <b>10.9</b> | <b>10.6</b> | <b>12.2</b> | <b>10.9</b> |
| Autoabastecimiento     | 0.5         | 1.4         | 6.5         | 9.1         | 11.2        | 7.0         | 4.9         | 4.6         | 4.0         | 3.1         |
| Usos Propios Continuos | 10.3        | 12.8        | 8.4         | 7.2         | 7.4         | 7.7         | 5.8         | 5.7         | 8.0         | 7.2         |
| Cogeneración           | -           | -           | -           | 0.1         | 0.1         | 0.1         | 0.2         | 0.2         | 0.2         | 0.6         |
| Exportación            | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Importación            | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |

Fuente: IMP, con base en información de CRE y Pemex.

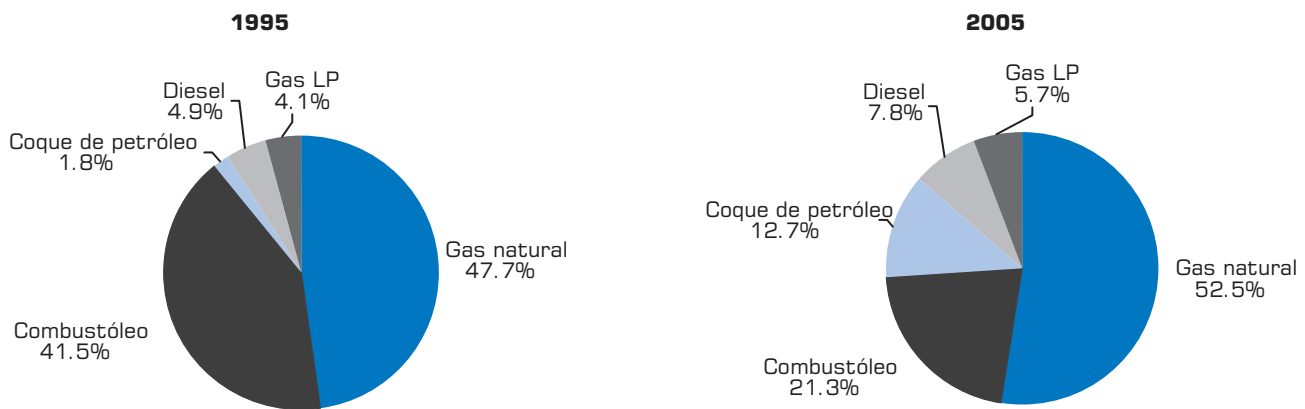


### 3.3.3 Sector industrial

El comportamiento de la industria nacional, no presentó un dinamismo favorable, lo cual representó una de las causas que impactaron el comportamiento de la demanda de los petrolíferos; toda vez que con las variaciones de los precios como resultado de la inflación, las empresas optaron por reducir sus costos de producción realizando sustituciones de combustibles en sus procesos productivos.

A consecuencia de lo antes señalado, los petrolíferos que han registrado en su demanda un mayor impacto son: el combustóleo, el coque de petróleo y el diesel. Además la normatividad en materia ambiental<sup>20</sup> también ha influido significativamente.

**Gráfica 26**  
**Participación de combustibles industriales, 1995 y 2005\***  
**(por ciento)**



\*No incluye PPQ, Preliminar.

Fuente: IMP con base en información de CRE, SE, Pemex, Sener y empresas privadas.

Así, el comportamiento de la demanda del combustóleo y el diesel, presentó una reducción por iniciativa de la Secretaría de Medio Ambiente, dirigidos a iniciar supervisiones a cerca de mil empresas altamente contaminantes que utilizan éstos energéticos en sus procesos de producción, y ubicadas en el noroeste y noreste del Valle de México.

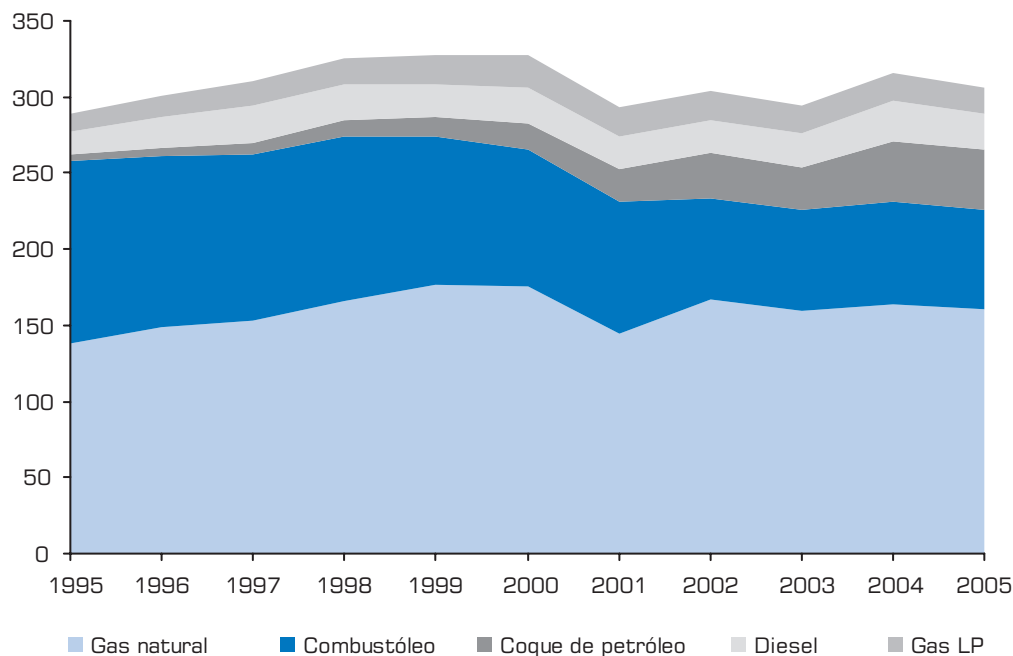
Principalmente en la zona del Valle de México, durante 2005 se han mantenido las inspecciones a las empresas consumidoras de combustóleo y diesel para que no sobrepasen los niveles máximos permitidos de emisiones de azufre, lo cual ha generado la existencia de desplazamientos de industrias de Ecatepec a municipios como Naucalpan por las restricciones

en materia ambiental aplicadas, además de que algunas industrias optaron por sustituir el combustóleo por otros energéticos como el gas natural dentro de sus procesos productivos.

Cabe señalar que la actividad industrial mantiene principalmente su interés por combustóleo y gas natural; sin embargo, se ha presentado una migración hacia el coque de petróleo. En el caso del diesel, su uso es más acotado debido a que se destina principalmente a las actividades de bombeo por medio de motores de combustión interna. Por lo tanto, no es de fácil sustitución, lo cual se refleja en su tmca de 1.8% durante el lapso 1995-2005.

<sup>20</sup> Norma Oficial 086 sobre la calidad del aire Semarnap.

**Gráfica 27**  
**Demanda nacional de combustibles industriales**  
 (miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)



Fuente: IMP con base en información de CRE, SE, Pemex, Sener y empresas privadas.

Asimismo, es importante distinguir que la demanda de combustóleo se concentra en las industrias siderúrgica, minera, cementera, vidrio, cervecera y papelera principalmente y la de diesel en la construcción, la minería, química, aguas envasadas y la del hule entre otras. También el coque de petróleo se destina a las plantas cementeras con mayor regularidad y tiene la expectativa de incursionar en otras ramas industriales.

Actualmente las ramas industriales que han optado por modificar sus procesos, son la cementera, la de vidrio y la siderúrgica, las cuales están utilizando, o en vías de utilizar, coque de petróleo como fuente de energía. Cabe mencionar que una de las principales cementeras en sus plantas tiene la capacidad de operar con al menos cuatro tipos diferentes de energéticos, incluyendo combustóleo, coque de petróleo, combustibles alternos y gas natural (véase diagrama 1).

Es pertinente indicar que la reconversión industrial llevada a cabo en las plantas cementeras de México está orientada a aprovechar el coque de petróleo, manteniéndola de esta forma como el principal consumidor de este energético con un 66.5% del total de la demanda en 2015 (véase cuadro 17).

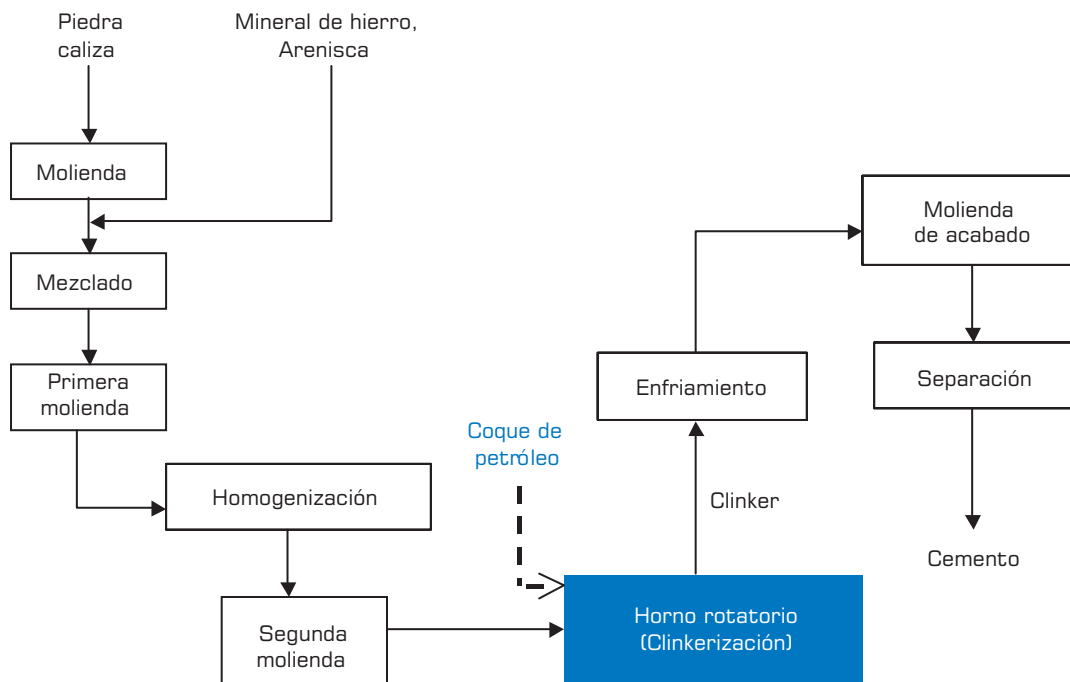
En el caso de la industria de metales básicos, en 2005 se presentó un descenso de 47.1 mta en su demanda de coque de petróleo, debido a que el gas natural es actualmente la mayor fuente de energía. No obstante, se mantienen las pruebas piloto<sup>21</sup> para sustituir combustibles tradicionales como el gas natural y el carbón, y se realizan no sólo con coque de petróleo, sino además con otros combustibles residuales.

Como resultado de lo anteriormente señalado, en el periodo 1995-2005, el combustóleo presentó una tmca negativa de 5.4%, mientras que el coque de petróleo mostró un incremento de 22.8% (véase gráfica 28).

<sup>21</sup> Estas pruebas, hasta el momento han resultado más exitosas con gasificación para reducir el mineral de hierro usando coque de petróleo en lugar de gas natural hasta llevarlo a metal líquido, y aunque se han tenido resultados positivos, las fusiones y alianzas entre grandes compañías han detenido la puesta en marcha de esos planes de sustitución de combustibles en sus procesos.



**Diagrama 1**  
**Producción de cemento**



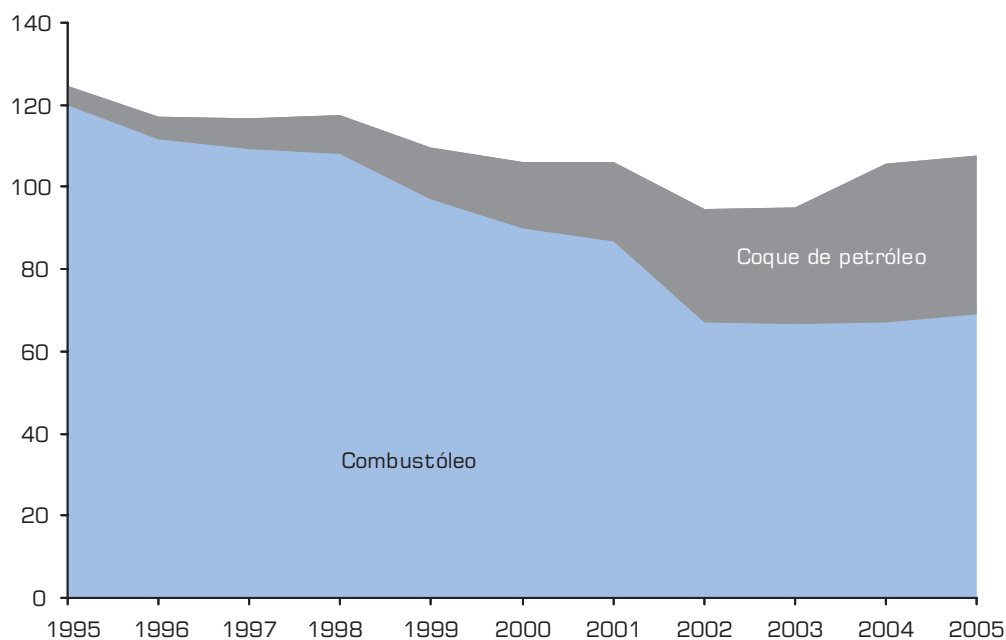
Fuente: IMP con base en empresas privadas.

**Cuadro 17**  
**Consumo de coque de petróleo por actividad, 1995-2005**  
**(miles de toneladas anuales)**

| Actividad económica de consumo | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | tmca        |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| <b>Total</b>                   | <b>347.6</b> | <b>368.3</b> | <b>528.8</b> | <b>656.5</b> | <b>853.1</b> | <b>1,101.5</b> | <b>1,327.1</b> | <b>1,904.2</b> | <b>2,201.4</b> | <b>3,551.0</b> | <b>3,526.8</b> | <b>26.1</b> |
| Cemento hidráulico             | 68.3         | 134.0        | 253.5        | 368.4        | 507.5        | 669.5          | 1,091.2        | 1,589.7        | 1,567.7        | 2,405.7        | 2,346.8        | 42.4        |
| Autogeneración de electricidad | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | 250.5          | 831.8          | 823.1          | n.a.        |
| Industria de metales básicos   | 11.6         | 13.8         | 121.1        | 137.7        | 157.6        | 223.2          | 85.2           | 127.2          | 183.0          | 168.3          | 121.2          | 26.5        |
| Química, hule y plásticos      | 40.3         | 48.8         | 60.7         | 64.3         | 78.5         | 81.2           | 71.2           | 95.6           | 105.3          | 46.9           | 162.2          | 14.9        |
| Maquinaria eléctrica           | 44.9         | 41.8         | 55.1         | 41.2         | 36.6         | 42.7           | 38.1           | 55.4           | 63.5           | 19.2           | 11.8           | -12.5       |
| Resto de la industria          | 182.5        | 129.9        | 38.4         | 44.9         | 72.9         | 84.9           | 41.3           | 36.4           | 31.5           | 42.1           | 40.7           | -13.9       |
| Vidrio                         | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | 0.0            | 36.9           | 20.9           | n.a.        |

Fuente: IMP, con base en Sener, Secretaría de Economía y empresas privadas.

**Gráfica 28**  
**Demanda industrial de combustóleo y coque de petróleo**  
**(miles de barriles de petróleo crudo equivalente)**



Fuente: IMP, con base en información de Secretaría de Economía, Pemex, Sener y empresas privadas.

Finalmente el coque de petróleo empieza a hacer su incursión en la rama del vidrio, toda vez que hay avances significativos en lo referente al consumo de este energético y a su alta competitividad de precio respecto al gas natural.

### 3.3.3.1 Demanda Regional

Desde una perspectiva regional durante 2005 el consumo nacional de los petrolíferos (combustóleo, coque de petróleo y diesel), mostró que el área central del país es la principal demandante de esos tres energéticos al concentrar una gran parte de la actividad industrial nacional.

Entre los factores que influyeron en la demanda de petrolíferos, se encuentra la disminución de las ventas de la refinería de Cadereyta, originadas por un menor volumen de crudo para su operación, y por algunos paros no programados, las cuales, hasta el 2004 habían convertido a este centro de trabajo en el principal proveedor en la región Noreste (véase cuadro 18 y gráfica 20).

De acuerdo a lo antes mencionado el consumo nacional de combustóleo por región en 2005 indica que la zona Centro y Centro-Occidente demandan un 67.7%, la Noroeste y Noreste

un 17.9% y finalmente la Sur-Sureste con un 14.4% lo cual se explica porque en varios estados particularmente en el norte del país, el gas natural ha seguido reemplazado al combustóleo en gran parte de sus industrias (véase cuadro 20).

Al analizar la demanda nacional de coque de petróleo se observa que la zona Centro-Occidente y la Centro absorben el mayor consumo con el 61.8% del total nacional, debido principalmente a que las plantas cementeras ubicadas en esa región incrementaron el uso de este energético. Por su parte las regiones Noreste y Noroeste registraron un 35.7% mientras que la Sur-Sureste sólo utiliza un 2.5%.

En lo que respecta al diesel, se registró una mayor demanda en la región Noreste y Noroeste del país al registrar un 41.0% del total del consumo, mientras que la región Central suma 37.1%, y los de la región Sur-Sureste tiene un 21.9% (véase cuadro 19).

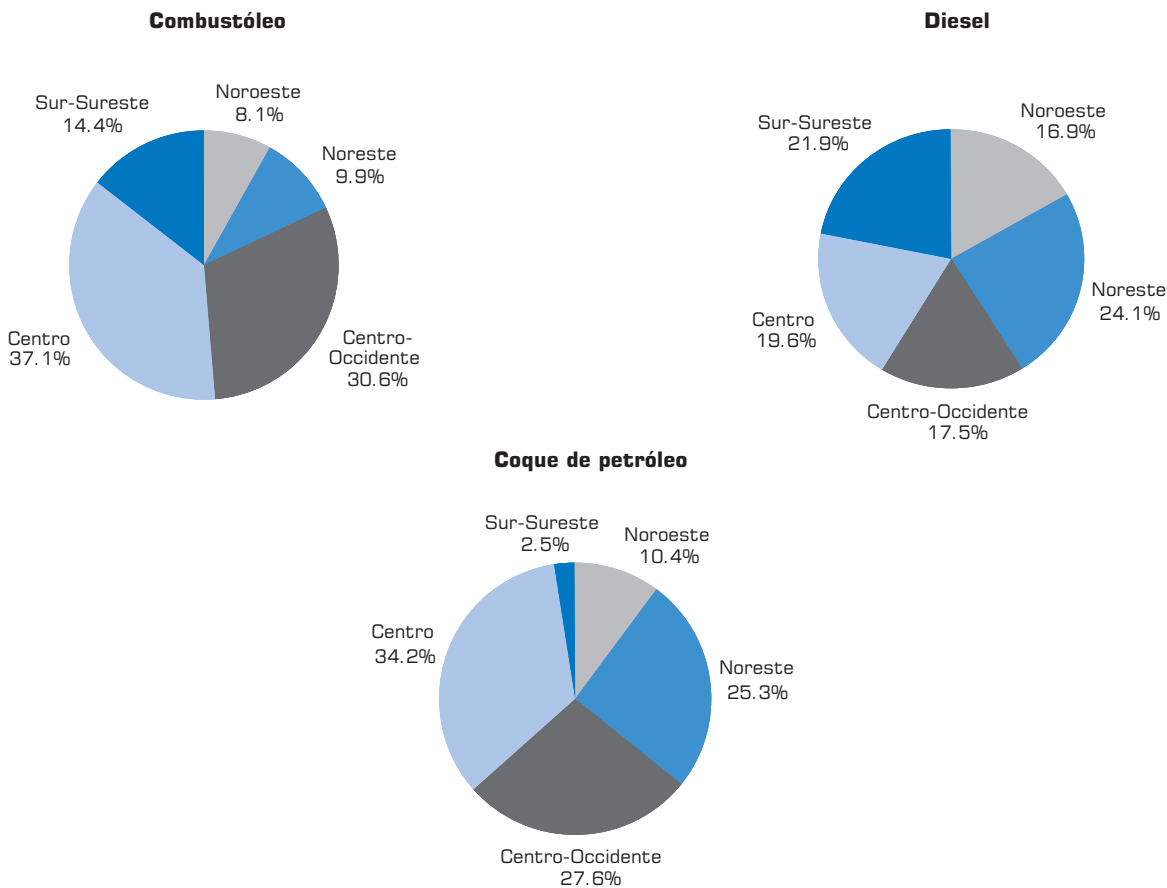


**Cuadro 18**  
**Demanda de combustóleo en el sector industrial por región, 1995-2005**  
 (miles de barriles diarios)

| Región           | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | tmca        |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Total</b>     | <b>111.0</b> | <b>103.6</b> | <b>101.4</b> | <b>100.2</b> | <b>90.1</b> | <b>83.6</b> | <b>80.5</b> | <b>62.2</b> | <b>61.9</b> | <b>62.6</b> | <b>60.7</b> | <b>-5.9</b> |
| Noroeste         | 6.9          | 10.7         | 10.2         | 9.4          | 7.3         | 7.2         | 7.0         | 5.1         | 4.6         | 5.5         | 4.9         | -3.4        |
| Noreste          | 29.7         | 19.2         | 18.3         | 15.3         | 12.8        | 12.6        | 12.3        | 6.9         | 9.5         | 8.9         | 5.9         | -14.8       |
| Centro-Occidente | 28.5         | 27.1         | 27.0         | 24.1         | 22.4        | 23.9        | 20.9        | 16.5        | 18.7        | 18.0        | 18.6        | -4.2        |
| Centro           | 32.5         | 33.7         | 33.8         | 35.3         | 34.5        | 35.3        | 30.0        | 25.7        | 17.3        | 21.9        | 22.5        | -3.6        |
| Sur-Sureste      | 13.3         | 12.9         | 12.0         | 16.1         | 13.0        | 4.6         | 10.4        | 7.9         | 11.7        | 8.4         | 8.7         | -4.1        |

Fuente: IMP con base en CFE, CRE y Pemex.

**Gráfica 29**  
**Consumo industrial regional por petrolífero, 2005**  
 (por ciento)



Fuente: IMP, con base en información de Secretaría de Economía, Pemex, y Sener.

**Cuadro 19**  
**Demanda regional de combustóleo para autogeneración, 1996-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 1996        | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Total</b>     | <b>10.8</b> | <b>14.2</b> | <b>14.9</b> | <b>16.5</b> | <b>18.7</b> | <b>14.8</b> | <b>10.9</b> | <b>10.6</b> | <b>12.2</b> | <b>10.9</b> |
| Noroeste         | -           | 0.7         | 1.3         | 0.7         | 0.5         | 0.4         | 0.3         | 0.6         | 0.5         | 0.3         |
| Noreste          | 3.6         | 4.4         | 4.4         | 4.9         | 4.3         | 3.7         | 1.9         | 1.7         | 0.9         | 0.9         |
| Centro-Occidente | 2.5         | 3.8         | 5.1         | 5.6         | 4.7         | 4.3         | 3.7         | 3.5         | 4.4         | 5.3         |
| Centro           | 0.6         | 0.4         | 0.6         | 0.6         | 0.4         | 0.7         | 1.1         | 0.7         | 0.6         | 0.5         |
| Sur-Sureste      | 4.1         | 4.9         | 3.5         | 4.7         | 8.9         | 5.7         | 3.9         | 4.1         | 5.9         | 4.0         |

Fuente: IMP, con información de A, CRE, Pemex y Sener.

**Cuadro 20**  
**Demanda interna de diesel por región, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>239.5</b> | <b>256.1</b> | <b>275.2</b> | <b>288.5</b> | <b>286.2</b> | <b>295.9</b> | <b>288.3</b> | <b>282.4</b> | <b>307.1</b> | <b>318.5</b> | <b>351.9</b> | <b>3.9</b> |
| Noroeste         | 35.3         | 39.1         | 41.0         | 43.7         | 43.1         | 43.9         | 43.0         | 39.3         | 41.8         | 44.2         | 46.7         | 2.8        |
| Noreste          | 51.0         | 55.2         | 60.0         | 62.4         | 59.8         | 62.6         | 59.4         | 58.2         | 63.2         | 67.1         | 72.8         | 3.6        |
| Centro-Occidente | 54.7         | 58.5         | 63.2         | 65.4         | 67.1         | 69.3         | 68.1         | 68.4         | 74.7         | 74.0         | 77.9         | 3.6        |
| Centro           | 46.9         | 49.3         | 52.2         | 54.1         | 56.5         | 58.0         | 57.8         | 59.1         | 61.0         | 64.0         | 66.3         | 3.5        |
| Sur-Sureste      | 51.5         | 54.0         | 58.8         | 62.8         | 59.7         | 62.1         | 60.1         | 57.3         | 66.4         | 69.2         | 88.2         | 5.5        |

Fuente: IMP, con base en información de Pemex Refinación.

### 3.3.4 Sector petrolero

EL consumo de petrolíferos del sector petrolero se concentra básicamente en el combustóleo. En términos de demanda de combustibles<sup>22</sup>, este sector durante el periodo 1995-2005 mostró un crecimiento medio anual de 0.5%.

Durante los últimos diez años, el consumo de combustóleo mostró un comportamiento variable, incluyendo algunos repuntes poco significativos a raíz de que los autoconsumos en PR se han visto disminuidos en casi todas las regiones, a excepción de la Sur-Sureste.

Lo anterior fue resultado de los programas impulsados para obtener mejoras en la eficiencia operativa a través de la rehabilitación de 104 plantas de proceso, nueve calderas, más tres torres de enfriamiento, además de equipos mayores en sistemas eléctricos, de agua y quemadores.

En lo referente al diesel fue el combustible de mayor demanda después del combustóleo, su uso en 2005 se destinó principalmente al transporte marino, y motores a diesel, lo que implicó una demanda de Diesel Marino y Pemex Diesel principalmente.

En menor participación se encuentran las gasolinas cuyo uso se destina a las actividades de transporte. En el caso del coque de petróleo no se tienen registrados autoconsumos.

### 3.4 Comercio exterior de petrolíferos, 1995-2005

Dentro de las importaciones de petrolíferos, las gasolinas representaron los mayores volúmenes adquiridos, siguiéndole el combustóleo, el cual a partir del año 2000 ha mostrado un decremento en las compras externas. El diesel por su parte es el tercer petrolífero en importancia, la turbosina constituye el de menor volumen.

En 2005, las importaciones de gasolinas se incrementaron 33.4% respecto a 2004, para ubicarse en 231.8 mbd, como resultado de una baja en la oferta doméstica de 5.7% y un crecimiento en la demanda interna de 5.5% (véase cuadro 21).

En los últimos cinco años, sólo en el 2003 se logró alcanzar una reducción en el volumen de las importaciones, pese a los aumentos logrados en la producción de gasolinas. En todo el periodo de análisis (1995-2005), mientras la producción registró una tmca del 0.4%, la demanda interna lo hizo en 3.4%, lo cual traducido en términos volumétricos equivale

<sup>22</sup> Coque de petróleo, combustóleo, diesel, gasolinas y turbosina.



a un aumento en el consumo de 191.6 mbd y en la oferta interna de 17.4 mbd.

Por lo tanto, en 2005 el valor de las importaciones de gasolinas ascendió a 4,702 millones de dólares, monto

superior a 2004 en 2,884 millones de dólares<sup>23</sup>. El origen de las importaciones de gasolinas y otros petrolíferos muestra que E.U. es el país que mayor relación comercial tiene con México (véase cuadro 22).

**Cuadro 21**  
**Balance nacional de gasolinas, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                 | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca       |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Origen</b>            | <b>492.7</b> | <b>489.1</b> | <b>514.2</b> | <b>548.8</b> | <b>545.6</b> | <b>556.4</b> | <b>567.9</b> | <b>582.3</b> | <b>585.9</b> | <b>639.7</b> | <b>671.2</b> | <b>3.1</b> |
| Producción               | 422.1        | 415.9        | 387.7        | 411.3        | 405.3        | 392.6        | 389.8        | 398.1        | 444.9        | 466.0        | 439.5        | 0.4        |
| Cadereyta                | 50.4         | 46.5         | 48.7         | 49.7         | 41.0         | 34.7         | 64.0         | 74.6         | 84.8         | 81.1         | 73.2         | 3.8        |
| Madero                   | 42.4         | 37.4         | 39.4         | 40.0         | 42.0         | 39.7         | 23.0         | 22.3         | 52.8         | 53.7         | 57.3         | 3.1        |
| Tula                     | 88.8         | 107.3        | 89.2         | 95.9         | 102.2        | 106.0        | 102.2        | 94.8         | 91.7         | 111.8        | 103.8        | 1.6        |
| Salamanca                | 61.6         | 60.9         | 63.0         | 56.2         | 59.1         | 55.5         | 55.0         | 60.5         | 64.1         | 65.5         | 63.6         | 0.3        |
| Minatitlán               | 79.1         | 63.8         | 53.0         | 64.0         | 59.4         | 55.3         | 55.9         | 55.1         | 50.6         | 57.2         | 45.5         | -5.4       |
| Salina Cruz              | 99.7         | 100.0        | 94.4         | 105.4        | 101.6        | 101.4        | 89.8         | 90.9         | 100.8        | 96.8         | 96.0         | -0.4       |
| Importación <sup>1</sup> | 70.6         | 73.2         | 126.6        | 137.5        | 140.3        | 163.9        | 178.1        | 184.2        | 141.1        | 173.7        | 231.8        | 12.6       |
| <b>Destino</b>           | <b>481.6</b> | <b>488.4</b> | <b>507.9</b> | <b>529.4</b> | <b>524.0</b> | <b>541.2</b> | <b>560.0</b> | <b>573.1</b> | <b>603.5</b> | <b>637.7</b> | <b>672.7</b> | <b>3.4</b> |
| Demanda interna          | 480.5        | 482.3        | 499.5        | 513.3        | 512.5        | 532.7        | 551.7        | 566.3        | 601.2        | 636.8        | 672.1        | 3.4        |
| Sector transporte        | 478.8        | 480.6        | 497.8        | 511.7        | 511.0        | 531.4        | 550.6        | 565.3        | 600.5        | 636.1        | 671.5        | 3.4        |
| Sector petrolero         | 1.8          | 1.7          | 1.7          | 1.6          | 1.5          | 1.2          | 1.1          | 1.0          | 0.7          | 0.7          | 0.7          | -9.5       |
| Exportación              | 1.0          | 6.10         | 8.34         | 16.10        | 11.46        | 8.49         | 8.31         | 6.84         | 2.29         | 0.86         | 0.55         | -6.2       |
| Variación de inventarios | 11.1         | 0.69         | 6.36         | 19.35        | 21.63        | 15.28        | 7.89         | 9.17         | -17.57       | 2.04         | -1.43        |            |

<sup>1</sup> Incluye maquila para el período histórico.

Fuente: IMP, con base en información de Pemex Refinación.

**Cuadro 22**  
**Principales proveedores de petrolíferos a México, 2004-2005**

| Gasolinas           | Combustóleo         | Diesel              |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Alemania            | Antillas Holandesas | Antillas Holandesas |
| Argentina           | Colombia            | Canadá              |
| Antillas Holandesas | Chile               | Corea               |
| Brasil              | Estados Unidos      | Estados Unidos      |
| Canadá              | Italia              | Estonia             |
| Curazao             | Panamá              | Filipinas           |
| Estados Unidos      | Perú                | Japón               |
| Italia              | Venezuela           |                     |
| República de China  |                     |                     |
| Rumania             |                     |                     |
| Trinidad y Tobago   |                     |                     |
| Venezuela           |                     |                     |

Fuente: IMP, con base en información de Secretaría de Economía, Pemex, y Sener.

<sup>23</sup> Fuente: Informe Estadístico de Labores, 2005. Pemex Refinación.

En el caso de las gasolinas de maquila, sus importaciones participaron con un 26.9% en el total de las compras al exterior.

Los resultados anteriores demuestran la necesidad de aumentar los recursos económicos a PR para mejorar la autosuficiencia energética y reducir su dependencia del mercado externo.

En lo referente a las exportaciones, éstas han mostrado una reducción a lo largo de los años de análisis (1995-

2005) con una tmca de 6.2%, lo que implica un déficit en la balanza comercial de 69.5 mbd en 1995 y de 231.2 mbd al final del periodo.

En el caso del diesel, el saldo comercial que ha registrado por este combustible fue negativo 24.0 mbd para 2005, como resultado de un aumento en la demanda de 10.5% y una disminución en la oferta de -2.0%.

**Cuadro 23**  
**Balance nacional de diesel, 1995-2005**  
(miles de barriles diarios)

| Concepto  | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca        |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Origen</b>                                   | <b>255.9</b> | <b>279.9</b> | <b>293.7</b> | <b>309.4</b> | <b>307.3</b> | <b>307.4</b> | <b>298.2</b> | <b>294.2</b> | <b>317.1</b> | <b>328.3</b> | <b>343.0</b> | <b>3.0</b>  |
| Producción nacional                             | 254.8        | 269.6        | 275.4        | 290.0        | 271.9        | 265.4        | 281.6        | 266.9        | 307.8        | 324.7        | 318.2        | 2.2         |
| Cadereyta                                       | 39.2         | 38.4         | 44.9         | 47.4         | 27.9         | 30.8         | 59.0         | 59.7         | 70.5         | 76.1         | 69.1         | 5.8         |
| Madero  | 33.8         | 29.4         | 30.1         | 30.1         | 37.6         | 35.5         | 26.0         | 18.7         | 35.3         | 37.7         | 42.9         | 2.4         |
| Tula  | 52.9         | 63.5         | 61.0         | 62.1         | 62.5         | 60.4         | 58.8         | 51.3         | 56.5         | 65.1         | 59.0         | 1.1         |
| Salamanca                                       | 35.2         | 39.2         | 42.6         | 41.6         | 39.5         | 40.7         | 37.6         | 41.1         | 36.0         | 41.4         | 42.1         | 1.8         |
| Minatitlán                                      | 36.9         | 37.3         | 36.7         | 36.4         | 38.8         | 38.1         | 36.9         | 37.3         | 41.9         | 40.2         | 39.2         | 0.6         |
| Salina Cruz                                     | 56.7         | 61.8         | 60.0         | 72.3         | 65.5         | 59.9         | 63.4         | 58.7         | 67.7         | 64.1         | 65.9         | 1.5         |
| Importación <sup>1</sup>                        | 1.1          | 10.4         | 18.3         | 19.4         | 35.4         | 42.0         | 16.6         | 27.3         | 9.3          | 3.7          | 24.8         | 36.8        |
| <b>Destino</b>                                  | <b>256.0</b> | <b>268.5</b> | <b>284.4</b> | <b>296.6</b> | <b>299.8</b> | <b>300.3</b> | <b>297.3</b> | <b>290.4</b> | <b>310.1</b> | <b>326.2</b> | <b>352.7</b> | <b>3.3</b>  |
| <b>Demanda interna</b>                          | <b>239.5</b> | <b>256.1</b> | <b>275.2</b> | <b>288.5</b> | <b>286.2</b> | <b>295.9</b> | <b>288.3</b> | <b>282.4</b> | <b>307.1</b> | <b>318.5</b> | <b>351.9</b> | <b>3.9</b>  |
| Sector industrial                               | 14.3         | 20.4         | 23.9         | 23.8         | 21.4         | 23.4         | 22.3         | 21.4         | 21.9         | 26.6         | 24.0         | 5.3         |
| Sector petrolero                                | 11.4         | 12.2         | 12.7         | 12.3         | 11.5         | 11.2         | 12.5         | 11.7         | 12.4         | 15.9         | 31.8         | 10.8        |
| Sector transporte                               | 209.2        | 218.9        | 232.3        | 243.3        | 244.9        | 249.6        | 244.6        | 241.6        | 254.8        | 269.0        | 288.1        | 3.3         |
| Sector eléctrico                                | 4.6          | 4.5          | 6.3          | 9.0          | 8.4          | 11.7         | 8.9          | 7.7          | 18.0         | 7.1          | 8.0          | 5.6         |
| Generación pública de electricidad (CFE y LyFC) | 4.6          | 4.2          | 5.9          | 8.6          | 7.8          | 11.2         | 8.1          | 6.3          | 15.8         | 6.7          | 5.8          | 2.2         |
| Generación por particulares de electricidad     | n.d.         | 0.3          | 0.4          | 0.4          | 0.6          | 0.6          | 0.7          | 1.4          | 2.2          | 0.4          | 2.2          | -           |
| Productores independientes de electricidad      | -            | -            | -            | -            | -            | 0.1          | 0.2          | 0.5          | 0.5          | 0.0          | 0.2          | -           |
| Autogeneración de energía eléctrica             | n.d.         | 0.3          | 0.4          | 0.4          | 0.6          | 0.4          | 0.6          | 0.9          | 1.7          | 0.4          | 2.0          | -           |
| Exportación                                     | 16.6         | 12.4         | 9.2          | 8.2          | 13.6         | 4.4          | 8.9          | 8.0          | 2.9          | 7.7          | 0.8          | -25.9       |
| <b>Variación de inventarios</b>                 | <b>-0.1</b>  | <b>11.4</b>  | <b>9.3</b>   | <b>12.7</b>  | <b>7.6</b>   | <b>7.1</b>   | <b>1.0</b>   | <b>3.8</b>   | <b>7.1</b>   | <b>2.1</b>   | <b>-9.7</b>  | <b>59.2</b> |

<sup>1</sup> Incluye maquila.

n.a. =no aplica.

Fuente: IMP, con base en información de CRE, Pemex, Sener, y empresas privadas.

Respecto a las importaciones de combustóleo, muestran una tendencia al alza, al pasar de 17.7 mbd en el 2004 a 26.4 mbd en 2005, como resultado de la disminución en la producción del energético en las refinerías del país. De acuerdo a lo anterior, las importaciones crecieron en un 49.2% equivalente a 8.7 mbd.



**Cuadro 24**  
**Balance nacional de combustóleo, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                            | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | tmca        |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Origen</b>                       | <b>451.5</b> | <b>462.9</b> | <b>510.9</b> | <b>542.6</b> | <b>524.8</b> | <b>541.5</b> | <b>521.1</b> | <b>467.2</b> | <b>416.7</b> | <b>385.8</b> | <b>377.2</b> | <b>-1.8</b> |
| Producción                          | 421.1        | 422.9        | 430.8        | 451.5        | 431.7        | 425.0        | 435.9        | 449.6        | 396.5        | 368.0        | 350.8        | -1.8        |
| Cadereyta                           | 64.2         | 55.2         | 61.5         | 60.4         | 38.5         | 50.3         | 65.7         | 56.5         | 44.2         | 25.3         | 21.2         | -10.5       |
| Madero                              | 45.3         | 49.8         | 51.0         | 46.5         | 41.3         | 40.1         | 33.0         | 39.6         | 29.2         | 33.3         | 19.5         | -8.1        |
| Tula                                | 93.3         | 103.8        | 100.7        | 106.0        | 103.0        | 94.0         | 92.1         | 90.8         | 79.3         | 77.7         | 86.9         | -0.7        |
| Salamanca                           | 45.9         | 42.6         | 54.2         | 53.7         | 49.2         | 54.1         | 54.6         | 48.2         | 49.2         | 54.9         | 48.4         | 0.5         |
| Minatitlán <sup>1</sup>             | 62.6         | 61.8         | 65.1         | 68.6         | 75.5         | 69.6         | 75.1         | 79.7         | 84.5         | 75.4         | 75.5         | 1.9         |
| Salina Cruz                         | 109.7        | 109.7        | 98.4         | 116.3        | 124.3        | 116.9        | 115.4        | 134.8        | 110.2        | 101.5        | 99.2         | -1.0        |
| Importación                         | 30.4         | 40.0         | 80.1         | 91.1         | 93.1         | 116.5        | 85.2         | 17.6         | 20.2         | 17.7         | 26.4         | -1.4        |
| <b>Destino</b>                      | <b>464.1</b> | <b>470.4</b> | <b>508.9</b> | <b>543.1</b> | <b>518.9</b> | <b>534.1</b> | <b>516.4</b> | <b>469.6</b> | <b>418.4</b> | <b>380.0</b> | <b>383.9</b> | <b>-1.9</b> |
| Demanda interna                     | 449.7        | 470.3        | 508.8        | 541.8        | 518.0        | 534.1        | 512.6        | 444.7        | 397.0        | 377.3        | 383.1        | -1.6        |
| Sector transporte                   | 1.7          | 2.3          | 2.0          | 2.9          | 3.4          | 2.9          | 2.1          | 1.8          | 1.6          | 1.4          | 1.5          | -1.2        |
| Sector eléctrico                    | 282.9        | 310.7        | 356.0        | 392.5        | 381.5        | 408.3        | 392.4        | 342.1        | 291.1        | 268.5        | 278.4        | -0.2        |
| Generación pública de electricidad  | 282.9        | 299.9        | 341.8        | 377.6        | 365.1        | 389.5        | 377.6        | 331.2        | 280.6        | 256.2        | 267.5        | -0.6        |
| Autogeneración de energía eléctrica | n.d.         | 10.8         | 14.2         | 14.9         | 16.5         | 18.7         | 14.8         | 10.9         | 10.6         | 12.2         | 10.9         | n.a         |
| Sector industrial                   | 111.0        | 103.6        | 101.4        | 100.2        | 90.1         | 83.6         | 80.5         | 62.2         | 61.9         | 62.6         | 60.7         | -5.9        |
| Sector petrolero                    | 54.1         | 53.8         | 49.4         | 46.2         | 42.9         | 39.4         | 37.6         | 38.6         | 42.4         | 44.9         | 42.4         | -2.4        |
| Exportación                         | 14.4         | 0.1          | 0.0          | 1.3          | 0.9          | 0.1          | 3.9          | 24.9         | 21.4         | 2.6          | 0.8          | -24.9       |
| Variación de inventarios            | -12.7        | -7.5         | 2.1          | -0.5         | 5.9          | 7.4          | 4.6          | -2.4         | -1.7         | 5.8          | -6.6         |             |

<sup>1</sup> Incluye transferencias del despuntado de La Cangrejera a combustóleo.  
Fuente: IMP, con base en la CFE, CRE, Pemex y Sener.

En el caso de las exportaciones, éstas disminuyeron en 1.8 mbd (68.9%) con respecto al 2004, como resultado de que también a nivel internacional el combustóleo ha sido desplazado por energéticos alternos, lo anterior generó un déficit en su balanza comercial.

En 2005, el saldo de la balanza comercial de la turbosina presentó un superávit de 6.5 mbd, lo cual significó que las ventas realizadas al exterior crecieron en un 2.2%. Cabe mencionar que de 2002 a 2005 las exportaciones mantuvieron un periodo de recuperación originado por el auge registrado en la industria aérea internacional en los países desarrollados como Alemania, Estados Unidos, Japón, Inglaterra, Francia, Canadá, y emergentes como China, Singapur y Corea con lo cual se impulsaron las ventas externas de este energético. (véase cuadro 25).

Por su parte, las importaciones de coque de petróleo realizadas por el sector privado, presentaron un ligero descenso del 1.0% en el 2005 respecto al año 2004, equivalente a 21.7 mta (véase cuadro 26).

Así, se tiene que a lo largo de todo el periodo de referencia, las compras al exterior de petrolíferos en promedio fueron

de 220.5 mbdpce. El incremento presentado de 1995 respecto al 2005 fue del 188.6%. Del 2004 al 2005, se incrementaron las adquisiciones energéticas en un 39.8%, equivalentes a 78.5 mbdpce.

Es de importancia destacar que los altos precios internacionales del petróleo alcanzados en el último año del periodo, permitieron tener una mayor captación de ingresos por la exportación de crudo, sin embargo, esta situación se vio revertida en un mayor gasto por la compra de productos petrolíferos en el extranjero.

En términos globales, las ventas realizadas al exterior fueron de 27.2 mbdpce. Sin embargo, de 1995 al 2005 disminuyeron en un 80.6%, en tanto las exportaciones registraron un descenso del 43.9% en el 2005, respecto al 2004, es decir, se dejaron de vender 7.8 mbdpce de petrolíferos. Entre otros factores, esta baja se atribuye al impacto propiciado por los huracanes, llevando al cierre de plataformas de extracción localizadas en el Golfo de México, en particular en la Sonda de Campeche, de donde se extrae la mayor parte del crudo del país y que afectó la exportación a Estados Unidos. Además de que se le proporcionó prioridad a cubrir las necesidades del mercado interno (véase cuadro 27).

**Cuadro 25**  
**Balance nacional de turbosina<sup>1</sup>, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                 | 1995        | 1996        | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | tmca        |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Origen</b>            | <b>70.8</b> | <b>62.4</b> | <b>56.7</b> | <b>59.7</b> | <b>61.1</b> | <b>59.9</b> | <b>60.2</b> | <b>58.4</b> | <b>60.0</b> | <b>62.6</b> | <b>63.8</b> | <b>-1.0</b> |
| Producción               | 70.5        | 62.3        | 56.7        | 57.7        | 58.4        | 55.7        | 57.1        | 56.8        | 59.9        | 62.3        | 63.4        | -1.1        |
| Cadereyta                | 7.7         | 3.4         | 3.8         | 1.1         | 0.6         | 0.0         | 3.3         | 3.9         | 4.6         | 5.1         | 4.5         | -5.3        |
| Madero                   | 5.1         | 3.9         | 4.0         | 4.3         | 3.3         | 3.4         | 1.0         | 0.5         | 4.7         | 6.8         | 7.1         | 3.3         |
| Tula                     | 20.3        | 20.1        | 18.2        | 22.0        | 22.4        | 21.3        | 21.6        | 21.1        | 20.7        | 21.8        | 22.5        | 1.0         |
| Salamanca                | 8.1         | 8.9         | 10.2        | 11.1        | 11.6        | 11.9        | 11.8        | 11.1        | 10.5        | 11.2        | 12.2        | 4.2         |
| Minatitlan               | 9.6         | 7.3         | 7.2         | 7.1         | 5.9         | 3.6         | 4.3         | 3.1         | 3.2         | 2.5         | 2.8         | -11.8       |
| Salina Cruz              | 19.7        | 18.7        | 13.1        | 12.1        | 14.5        | 15.6        | 15.0        | 17.1        | 16.2        | 14.9        | 14.4        | -3.1        |
| Importación <sup>2</sup> | 0.3         | 0.0         | 0.1         | 2.0         | 2.7         | 4.1         | 3.1         | 1.7         | 0.1         | 0.3         | 0.4         | 5.0         |
| <b>Destino</b>           | <b>64.1</b> | <b>56.1</b> | <b>52.2</b> | <b>56.0</b> | <b>58.2</b> | <b>59.6</b> | <b>58.2</b> | <b>60.1</b> | <b>62.3</b> | <b>64.9</b> | <b>66.1</b> | <b>0.3</b>  |
| Demanda interna          | 45.0        | 45.8        | 47.8        | 53.0        | 55.8        | 56.0        | 55.7        | 53.7        | 54.7        | 58.1        | 59.2        | 2.8         |
| Sector transporte        | 44.6        | 45.6        | 47.8        | 53.0        | 55.8        | 56.0        | 55.7        | 53.7        | 54.7        | 58.1        | 59.2        | 2.9         |
| Sector petrolero         | 0.5         | 0.2         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.1         | 0           | 0           | 0           | n.a         |
| Exportación              | 19.1        | 10.3        | 4.4         | 3.0         | 2.3         | 3.6         | 2.5         | 6.3         | 7.6         | 6.8         | 6.9         | -9.6        |
| Variación de Inventarios | 6.7         | 6.2         | 4.6         | 3.7         | 2.9         | 0.3         | 2.0         | -1.6        | -2.3        | -2.3        | -2.3        |             |

<sup>1</sup> Incluye gas avión.

<sup>2</sup> Incluye maquila.

Fuente: IMP, con base en ASA, DGAC, Pemex y Sener.

**Cuadro 26**  
**Balance nacional de coque de petróleo, 1995-2005**  
**(miles de toneladas anuales)**

| Concepto                            | 1993         | 1994         | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | tmca        |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| <b>Origen</b>                       | <b>185.7</b> | <b>271.5</b> | <b>295.6</b> | <b>368.1</b> | <b>513.0</b> | <b>697.2</b> | <b>875.2</b> | <b>1,114.7</b> | <b>1,319.7</b> | <b>1,876.8</b> | <b>3,089.4</b> | <b>3,563.5</b> | <b>3,611.9</b> | <b>28.4</b> |
| Producción                          | 77.8         | 85.3         | 96.4         | 82.1         | 65.4         | 95.2         | 79.5         | 110.2          | 14.9           | 39.1           | 848.5          | 1,452.9        | 1,523.0        | 31.8        |
| Cadereyta                           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | 397.8          | 813.3          | 754.1          |             |
| Madero                              | 77.8         | 85.3         | 96.4         | 82.1         | 65.4         | 95.2         | 79.5         | 110.2          | 14.9           | 39.1           | 450.6          | 639.5          | 768.9          | 23.1        |
| Importación*                        | 107.8        | 186.2        | 199.2        | 286.0        | 447.6        | 602.0        | 795.6        | 1,004.5        | 1,304.9        | 1,837.7        | 2,240.9        | 2,110.6        | 2,088.9        | 26.5        |
| <b>Destino</b>                      | <b>193.5</b> | <b>298.4</b> | <b>347.6</b> | <b>368.3</b> | <b>528.8</b> | <b>656.5</b> | <b>853.1</b> | <b>1,101.5</b> | <b>1,327.1</b> | <b>1,904.4</b> | <b>2,201.7</b> | <b>3,551.0</b> | <b>3,603.2</b> | <b>26.3</b> |
| Demanda interna                     | 193.5        | 298.4        | 347.6        | 368.3        | 528.8        | 656.5        | 853.1        | 1,101.5        | 1,327.1        | 1,904.2        | 2,201.4        | 3,551.0        | 3,526.8        | 26.1        |
| Sector eléctrico                    | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | 250.5          | 831.8          | 823.1          | n.a.        |
| Generación pública de electricidad  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | -              | -              | -              | n.a.        |
| Autogeneración de energía eléctrica | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | 250.5          | 831.8          | 823.1          | n.a.        |
| Sector industrial                   | 193.5        | 298.4        | 347.6        | 368.3        | 528.8        | 656.5        | 853.1        | 1,101.5        | 1,327.1        | 1,904.2        | 1,950.9        | 2,719.1        | 2,703.7        | 22.8        |
| Cemento hidráulico                  | 3.3          | 67.9         | 68.3         | 134.0        | 253.5        | 368.4        | 507.5        | 669.5          | 1,091.2        | 1,589.7        | 1,567.7        | 2,405.7        | 2,346.8        | 42.4        |
| Industria de metales básicos        | 2.7          | 3.8          | 11.6         | 13.8         | 121.1        | 137.7        | 157.6        | 223.2          | 85.2           | 127.2          | 183.0          | 168.3          | 121.2          | 26.5        |
| Química, hule y plásticos           | 28.0         | 40.2         | 40.3         | 48.8         | 60.7         | 64.3         | 78.5         | 81.2           | 71.2           | 95.6           | 105.3          | 46.9           | 162.2          | 14.9        |
| Maquinaria y aparatos eléctricos    | 51.0         | 39.4         | 44.9         | 41.8         | 55.1         | 41.2         | 36.6         | 42.7           | 38.1           | 55.4           | 63.5           | 19.2           | 11.8           | -12.5       |
| Vidrio                              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | -              | -              | 36.9           | 20.9           | n.a.        |
| Resto de la industria               | 108.4        | 147.1        | 182.5        | 129.9        | 38.4         | 44.9         | 72.9         | 84.9           | 41.3           | 36.4           | 31.5           | 42.1           | 40.7           | -13.9       |
| Exportación                         | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -              | -              | 0.1            | 0.3            | -              | 76.4           | n.a.        |
| Variación de inventarios            | -7.9         | -26.8        | -52.0        | -0.2         | -15.8        | 40.8         | 22.0         | 13.2           | -7.3           | -27.5          | 887.7          | 12.5           | 8.7            |             |

n.a. = no aplica.

\* Incluye Pemex y particulares.

Fuente: IMP, con información de empresas particulares, Pemex, SE y Sener.



**Cuadro 27**  
**Balance nacional de petrolíferos, 1995-2005**  
**(miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)**

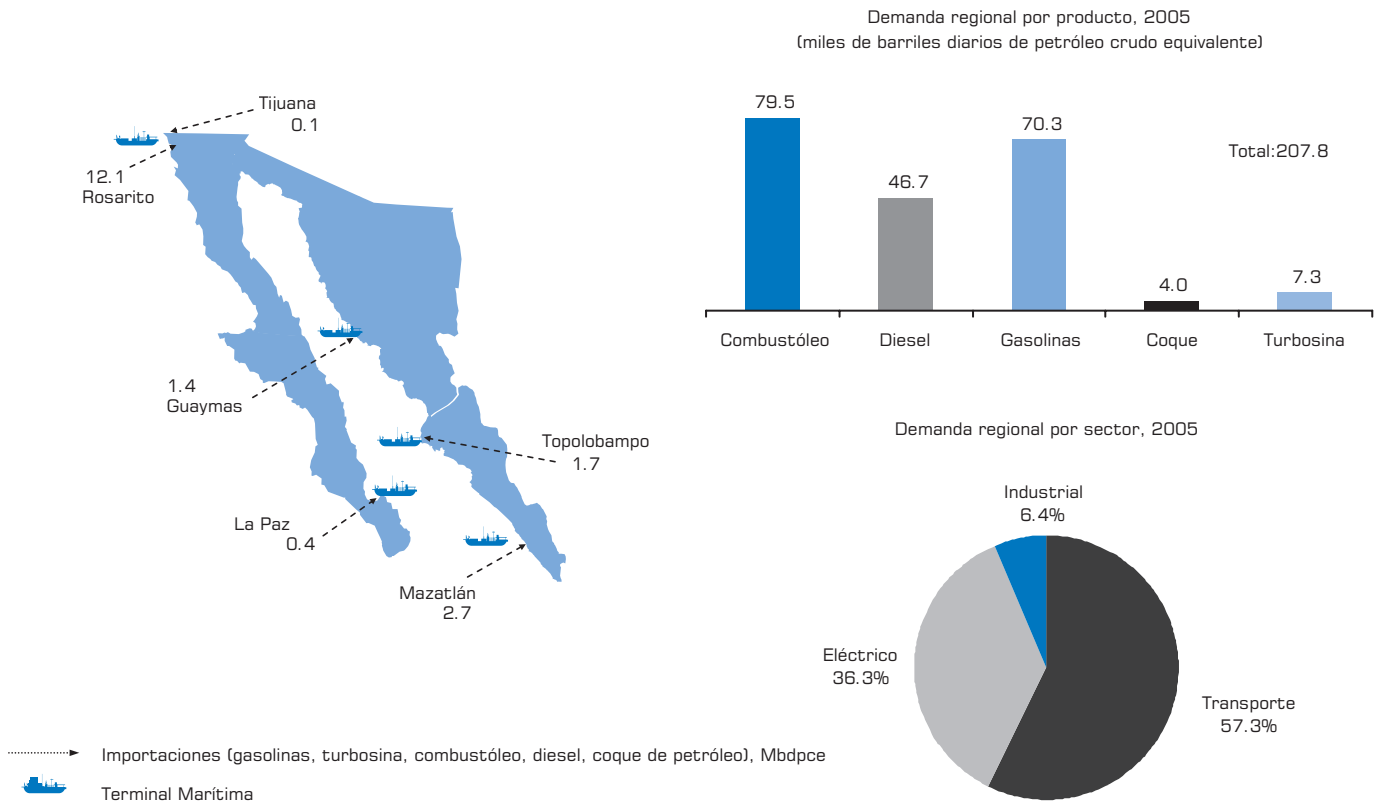
| Concepto                                    | 1995           | 1996           | 1997           | 1998           | 1999           | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | tmca       |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>Origen</b>                               | <b>1,223.7</b> | <b>1,250.0</b> | <b>1,333.3</b> | <b>1,417.5</b> | <b>1,397.8</b> | <b>1,427.3</b> | <b>1,409.3</b> | <b>1,365.9</b> | <b>1,354.5</b> | <b>1,386.0</b> | <b>1,419.5</b> | <b>1.5</b> |
| Producción                                  | 1,128.1        | 1,131.6        | 1,116.8        | 1,174.6        | 1,130.6        | 1,104.4        | 1,129.9        | 1,136.9        | 1,173.9        | 1,188.6        | 1,143.7        | 0.1        |
| Cadereyta                                   | 157.7          | 139.7          | 155.2          | 154.8          | 103.9          | 113.8          | 186.0          | 186.1          | 198.5          | 187.2          | 167.8          | 0.6        |
| Madero                                      | 124.1          | 119.1          | 122.6          | 119.0          | 121.3          | 116.4          | 81.8           | 80.9           | 121.5          | 133.8          | 129.3          | 0.4        |
| Tula  | 246.8          | 283.8          | 261.1          | 277.1          | 279.9          | 270.1          | 263.7          | 248.1          | 238.0          | 262.4          | 260.5          | 0.5        |
| Salamanca                                   | 143.5          | 144.2          | 163.1          | 156.8          | 152.7          | 156.6          | 153.4          | 153.9          | 152.3          | 165.8          | 158.7          | 1.0        |
| Minatitlán                                  | 179.3          | 163.9          | 157.8          | 170.3          | 175.1          | 162.5          | 168.2          | 171.9          | 178.0          | 171.3          | 161.0          | -1.1       |
| Salina Cruz                                 | 276.7          | 281.0          | 257.0          | 296.7          | 297.7          | 285.0          | 276.7          | 295.9          | 285.6          | 268.2          | 266.3          | -0.4       |
| Importación                                 | 95.6           | 118.4          | 216.5          | 242.8          | 267.1          | 322.9          | 279.4          | 229.1          | 180.6          | 197.4          | 275.9          | 11.2       |
| <b>Destino</b>                              | <b>1,222.6</b> | <b>1,240.1</b> | <b>1,312.3</b> | <b>1,385.1</b> | <b>1,362.8</b> | <b>1,399.1</b> | <b>1,395.0</b> | <b>1,359.1</b> | <b>1,353.3</b> | <b>1,378.0</b> | <b>1,439.8</b> | <b>1.6</b> |
| Demanda interna                             | 1,171.1        | 1,212.6        | 1,292.0        | 1,359.3        | 1,336.5        | 1,384.1        | 1,372.5        | 1,312.5        | 1,318.0        | 1,360.2        | 1,429.8        | 2.0        |
| Sector transporte                           | 650.7          | 663.5          | 693.0          | 721.5          | 725.9          | 746.9          | 756.7          | 763.6          | 806.8          | 853.5          | 903.2          | 3.3        |
| Sector eléctrico                            | 309.7          | 339.6          | 390.3          | 432.3          | 419.9          | 452.0          | 432.1          | 376.7          | 335.6          | 308.7          | 320.1          | 0.3        |
| Generación pública de electricidad          | 309.7          | 327.7          | 374.6          | 415.9          | 401.5          | 431.3          | 415.4          | 363.5          | 318.3          | 283.0          | 294.2          | -0.5       |
| Generación por particulares de electricidad | -              | 11.9           | 15.7           | 16.5           | 18.3           | 20.7           | 16.7           | 13.2           | 17.2           | 25.6           | 25.9           | n.a.       |
| Productores independientes de electricidad  | -              | -              | -              | -              | -              | 0.1            | 0.2            | 0.5            | 0.5            | 0.0            | 0.2            | n.a.       |
| Autogeneración de energía eléctrica         | n.d.           | 11.9           | 15.7           | 16.5           | 18.3           | 20.6           | 16.5           | 12.7           | 16.7           | 25.6           | 25.7           | n.a.       |
| Sector industrial                           | 139.1          | 137.6          | 141.2          | 142.0          | 131.7          | 130.4          | 129.8          | 117.9          | 116.9          | 133.2          | 128.4          | -0.8       |
| Sector petrolero                            | 71.6           | 71.8           | 67.4           | 63.5           | 59.0           | 54.7           | 54.0           | 54.2           | 58.7           | 64.8           | 78.1           | 0.9        |
| Exportación                                 | 51.4           | 27.5           | 20.4           | 25.9           | 26.3           | 15.1           | 22.4           | 46.6           | 35.3           | 17.8           | 10.0           | -15.1      |
| <b>Variación de inventarios</b>             | <b>1.1</b>     | <b>10.0</b>    | <b>21.0</b>    | <b>32.4</b>    | <b>35.0</b>    | <b>28.1</b>    | <b>14.3</b>    | <b>6.8</b>     | <b>1.2</b>     | <b>9.5</b>     | <b>-20.2</b>   |            |

n.a. = no aplica

Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex, Sener y empresas privadas.

### 3.5 Figuras de la demanda regional de petrolíferos 2005

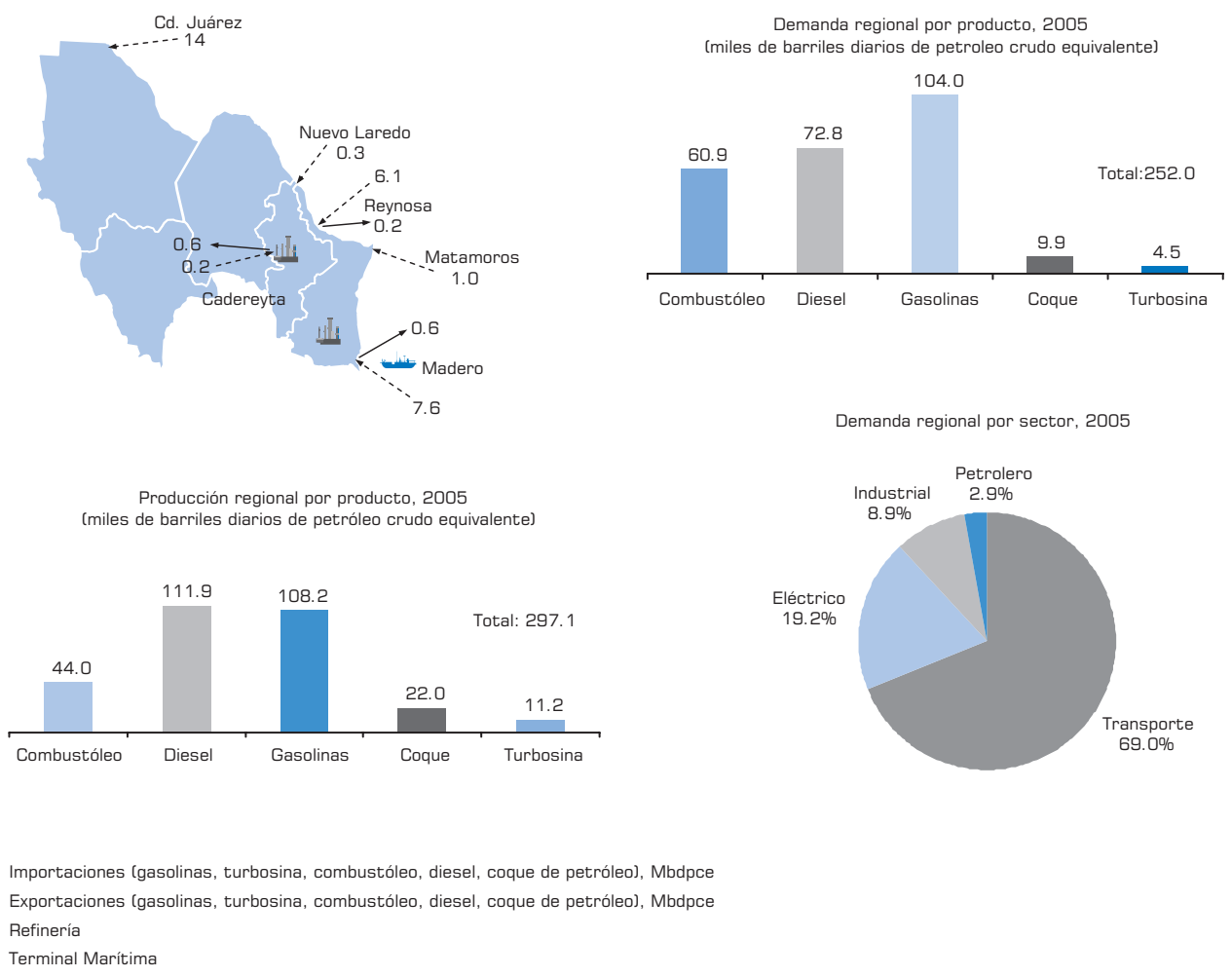
**Figura 2**  
**Región Noroeste, flujo de petrolíferos, 2005**



Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex Refinación, Sener y empresas privadas.

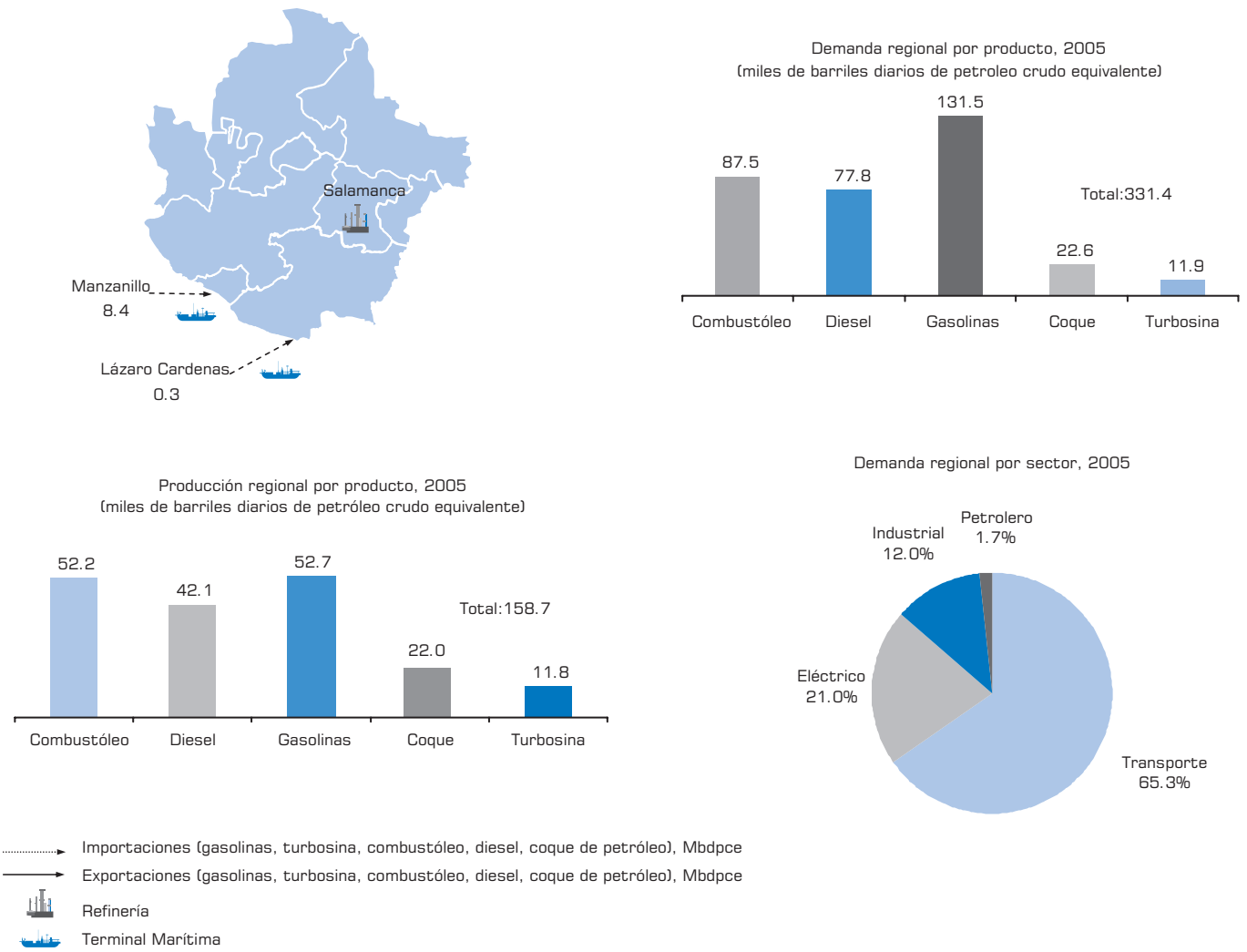


**Figura 3**  
**Región Noreste, flujo de petrolíferos, 2005**



Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex Refinación, Sener y empresas privadas.

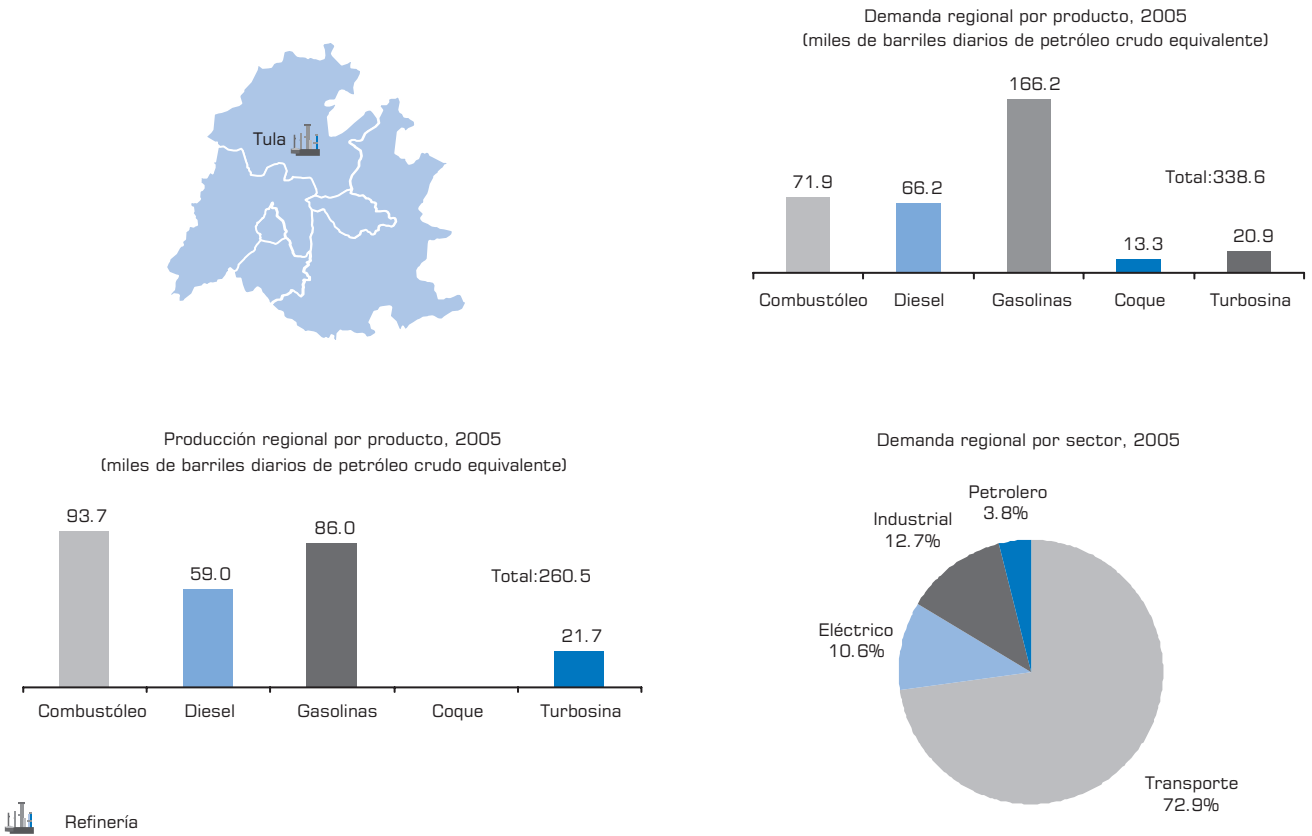
**Figura 4**  
**Región Centro-Occidente, flujo de petrolíferos, 2005**



Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex Refinación, Sener y empresas privadas.

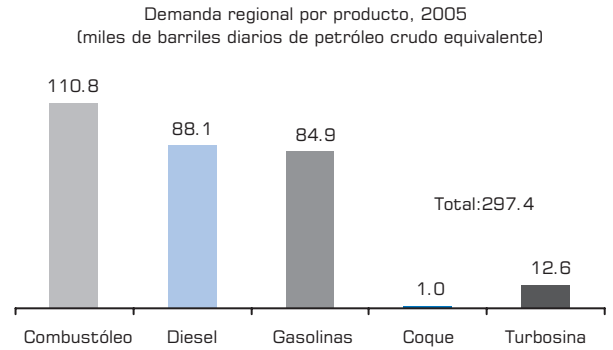
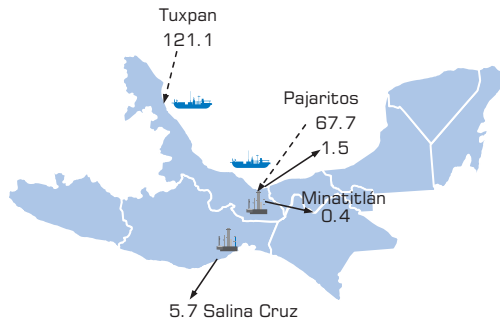


**Figura 5**  
**Región Centro, flujo de petrolíferos, 2005**

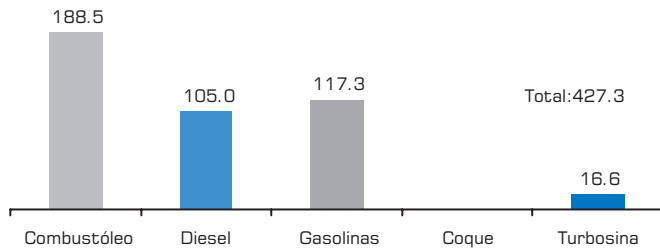


Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex Refinación, Sener y empresas privadas.

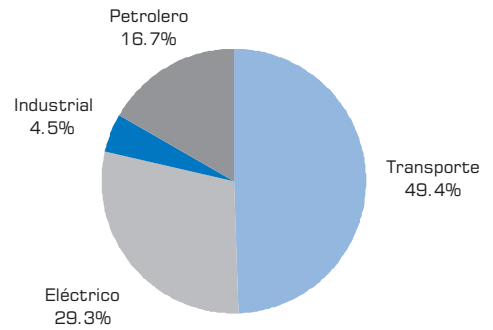
**Figura 6**  
**Región Sur-Sureste, flujo de petrolíferos, 2005**



**Producción regional por producto, 2005**  
(miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)



**Demanda regional por sector, 2005**



- ..... Importaciones (gasolinas, turbosina, combustóleo, diesel, coque de petróleo), Mbdpce
- Exportaciones (gasolinas, turbosina, combustóleo, diesel, coque de petróleo), Mbdpce
- Refinería
- Terminal Marítima

Fuente: IMP con base en información de ASA, CFE, CRE, SCT, SE, Pemex Refinación, Sener y empresas privadas.

# Evolución de la oferta y demanda nacional de petrolíferos, 2006-2015

**E**ste capítulo muestra la evolución esperada de la oferta y demanda nacional de petrolíferos para el periodo 2006-2015, bajo un escenario que considera una cartera de proyectos estratégicos programados por Pemex Refinación, cuyo impacto en infraestructura, desarrollo tecnológico, procesamiento de crudo y rendimientos de producción, permitirán ampliar la oferta interna de combustibles con una mayor calidad.

Los principales proyectos contemplados son los siguientes:

- Conclusión de la reconfiguración de Minatitlán en 2008.
- Elaboración de gasolinas y diesel de Ultra Bajo Azufre (UBA).
- Proyecto de coquización en Tula en 2011.
- Terminación de la reconfiguración de Salina Cruz; incorporación de un nuevo tren de refinación y proyecto de cogeneración en Tula para 2012.
- Proyecto de coquización de Salamanca en 2013.

Por el lado de la demanda, se presenta un análisis a nivel sectorial de las tendencias energéticas esperadas durante el periodo 2006-2015, destacando los principales factores que influirán en sus consumos de energía. Los sectores considerados son: transporte, industrial, eléctrico y petrolero. Como parte del análisis se incluye, además, el comercio exterior de los combustibles y su impacto en el saldo de la balanza comercial.

Como un complemento a los puntos mencionados, se incorpora un análisis prospectivo del parque vehicular y su composición por tipo de combustible incluyendo las expectativas de la tecnología híbrida.

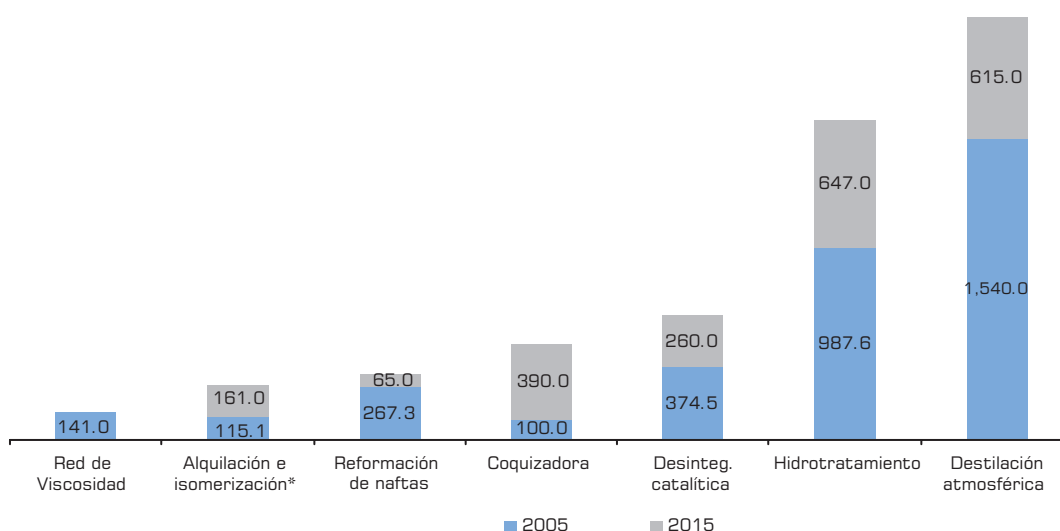
## 4.1 Perspectivas del SNR y su impacto en la producción de petrolíferos, 2006-2015

Durante el periodo 2006-2015, el SNR llevará a cabo el desarrollo de diversos proyectos estratégicos que le permitirán producir una mayor cantidad de combustibles de mejor calidad. Para tal propósito, se hace necesario nuevos

esquemas de configuración que permitan garantizar el abasto de los energéticos para satisfacer las necesidades de demanda y el cumplimiento de nuevas especificaciones en materia de protección ambiental<sup>1</sup>.

El incremento de la capacidad nominal en diversos procesos del SNR forma parte de una estrategia que incide en la reestructuración de este sistema.

**Gráfica 30**  
**Incremento de la capacidad nominal por tipo de proceso en el SNR, 2006-2015**  
(miles de barriles diarios)



\* Capacidad de producción.

El hidrotatamiento incluye a las naftas, naftas catalíticas, hidrodesulfuradora de destilados Intermedios e hidrotatamiento de gasóleos.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

El mayor procesamiento de crudos pesados y amargos previsto para los próximos años, induce a que los procesos de destilación atmosférica y de hidrotratamiento sean los de mayor incremento en su capacidad, mismos que se ubicarán en 2,155 mbd y 1,634.6 mbd, respectivamente. La ampliación de la producción y la orientación hacia combustibles de alto valor requerirá también de una expansión en la capacidad de otros procesos tales como desintegración catalítica, coquización y alquilación e isomerización entre otros.

La producción de combustibles de UBA se deriva del cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 por parte de Pemex

Refinación, a fin de apegarse a los parámetros de calidad de los combustibles. Ello implica el notable aumento de capacidad del proceso de hidrodesulfuración y de las plantas de azufre durante el periodo 2006-2015.

El incremento de capacidad en la desintegración catalítica dará lugar a una mayor conversión de hidrocarburos pesados en gasolinas. Por otra parte, debido a la disminución de la producción de residuales, la capacidad de las plantas reductoras de viscosidad permanecerá sin cambios (véase gráfica 31).

<sup>1</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. DOF. Lunes 30 de enero de 2006 y martes 3 de octubre de 2006.



**Cuadro 28**  
**Capacidad nominal incremental por refinera, 2006-2015**  
 (miles de barriles diarios)

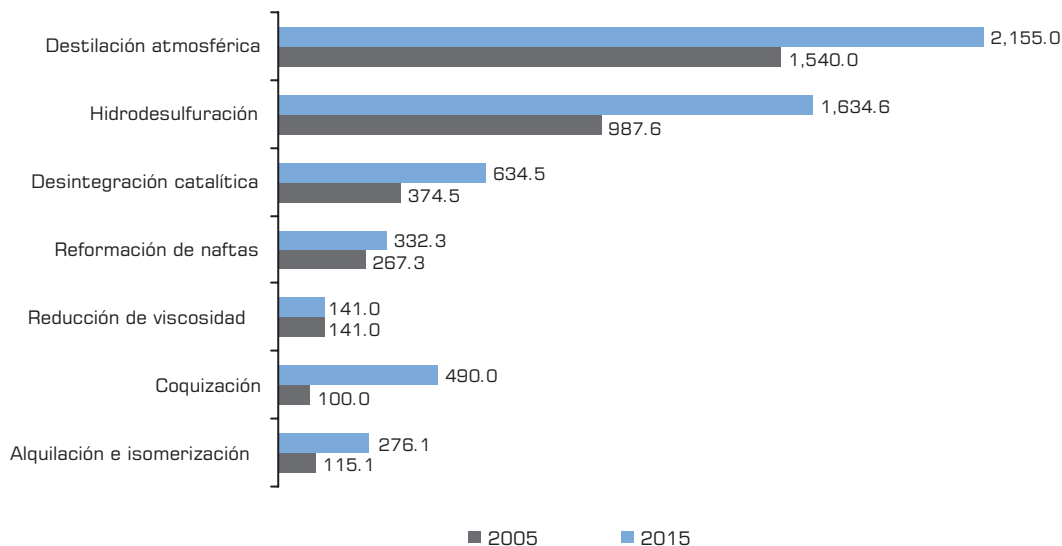
| Plantas de proceso                       | Minatitlán | Salamanca | Salina Cruz | Tula  | Nuevo tren de refinación | <b>SNR</b>     |
|--|------------|-----------|-------------|-------|--------------------------|----------------|
| Destilación atmosférica                  | 150.0      | 0.0       | 165.0       | 0.0   | 300.0                    | <b>615.0</b>   |
| Desintegración catalítica                | 42.0       | 28.0      | 30.0        | 43.0  | 117.0                    | <b>260.0</b>   |
| Reductora de viscosidad                  | 0.0        | 0.0       | 0.0         | 0.0   | 0.0                      | <b>0.0</b>     |
| Reformación catalítica                   | 0.0        | 14.0      | 10.0        | 9.0   | 32.0                     | <b>65.0</b>    |
| Alquilación e isomerización <sup>1</sup> | 26.0       | 25.0      | 23.0        | 22.0  | 65.0                     | <b>161.0</b>   |
| Hidrodesulfuración                       | 101.0      | 72.0      | 90.0        | 71.0  | 313.0                    | <b>647.0</b>   |
| Coquización                              | 56.0       | 45.0      | 92.0        | 57.0  | 140.0                    | <b>390.0</b>   |
| Azufre <sup>2</sup>                      | 0.0        | 200.0     | 800.0       | 200.0 | 900.0                    | <b>2,100.0</b> |

<sup>1</sup> Capacidad de producción.

<sup>2</sup> Ton/día.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

**Gráfica 31**  
**Capacidad nominal por tipo de proceso, 2006-2015**  
 (miles de barriles diarios)



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

Hacia 2015, todos los centros de trabajo contarán con esquemas de coquización que permitirá aumentar el rendimiento de los productos ligeros y hacer más redituable la operación de las refineras (véase cuadro 29).

Los nuevos esquemas de reconfiguración permitirán elevar el proceso de crudo pesado a una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 5.2% durante el periodo 2005-2015, lo que equivale a un aumento de 348.7 mbd (véase cuadro 30).

**Cuadro 29**  
**Capacidad instalada por proceso en 2015 por refinería**  
**(miles de barriles diarios)**

|  | Cadereyta | Madero | Minatitlán | Salamanca | Salina Cruz | Tula    | Nuevo tren | <b>SNR</b>     |
|--|-----------|--------|------------|-----------|-------------|---------|------------|----------------|
| Destilación atmosférica                  | 275.0     | 190.0  | 335.0      | 245.0     | 495.0       | 315.0   | 300.0      | <b>2,155.0</b> |
| Desintegración catalítica                | 90.0      | 60.5   | 66.0       | 68.0      | 110.0       | 123.0   | 117.0      | <b>517.5</b>   |
| Reductora de viscosidad                  | 50.0      | 0.0    | 0.0        | 0.0       | 50.0        | 41.0    | 0.0        | <b>141.0</b>   |
| Reformación catalítica                   | 46.0      | 30.0   | 37.0       | 53.3      | 60.0        | 74.0    | 32.0       | <b>300.3</b>   |
| Alquilación e isomerización <sup>1</sup> | 23.0      | 11.8   | 40.2       | 39.0      | 51.0        | 46.0    | 65.0       | <b>211.1</b>   |
| Hidrodesulfuración                       | 186.5     | 141.7  | 201.0      | 197.0     | 255.0       | 340.0   | 313.0      | <b>1,321.6</b> |
| Coquización                              | 50.0      | 50.0   | 56.0       | 45.0      | 92.0        | 57.0    | 140.0      | <b>350.0</b>   |
| Azufre, ton/día                          | 600.0     | 710.0  | 80.0       | 440.0     | 1,040.0     | 1,200.0 | 900.0      | <b>4,070.0</b> |

<sup>1</sup> Capacidad de producción.

Fuente: IMP, con información de Pemex Refinación.

**Cuadro 30**  
**Proceso de crudo pesado, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Pesado       | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b> | <b>531.6</b> | <b>502.8</b> | <b>547.8</b> | <b>638.7</b> | <b>716.4</b> | <b>703.2</b> | <b>741.6</b> | <b>801.6</b> | <b>846.3</b> | <b>868.4</b> | <b>880.3</b> | <b>5.2</b> |
| Cadereyta    | 102.0        | 94.0         | 131.2        | 141.1        | 144.8        | 145.2        | 144.2        | 142.0        | 141.6        | 144.0        | 145.1        | 3.6        |
| Madero       | 121.9        | 126.6        | 124.8        | 132.3        | 139.8        | 136.9        | 139.8        | 139.8        | 139.8        | 139.8        | 139.8        | 1.4        |
| Tula         | 99.2         | 91.2         | 96.4         | 99.7         | 101.0        | 89.5         | 127.0        | 95.3         | 92.8         | 113.6        | 123.2        | 2.2        |
| Salamanca    | 49.9         | 47.3         | 37.1         | 28.9         | 39.7         | 39.9         | 39.5         | 40.5         | 88.0         | 88.0         | 88.0         | 5.8        |
| Minatitlán   | 53.7         | 55.7         | 56.1         | 121.1        | 171.6        | 171.5        | 171.6        | 171.3        | 171.3        | 171.3        | 171.4        | 12.3       |
| Nuevo Tren   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |
| Salina Cruz  | 104.9        | 88.0         | 102.2        | 115.6        | 119.5        | 120.1        | 119.5        | 212.7        | 212.7        | 211.7        | 212.7        | 7.3        |

Fuente: IMP, con información de Pemex Refinación.

En este periodo, la refinería que procesará el mayor volumen promedio de crudo pesado será Salina Cruz con un incremento de 107.8 mbd. Minatitlán se ubicará como el segundo centro de trabajo con mayor procesamiento de crudo pesado y registrará un aumento de 117.7 mbd. Asimismo, Madero y Cadereyta alcanzarán incrementos de 18.0 y 43.1 mbd respectivamente.

La conclusión del proyecto de reconfiguración de la refinería de Minatitlán en 2008 contribuirá a que el SNR aumente el proceso de crudo pesado en un 16.6% respecto al año anterior (2007), mientras que en 2012, Salina Cruz lo hará en un 8.1% con referencia a 2011.

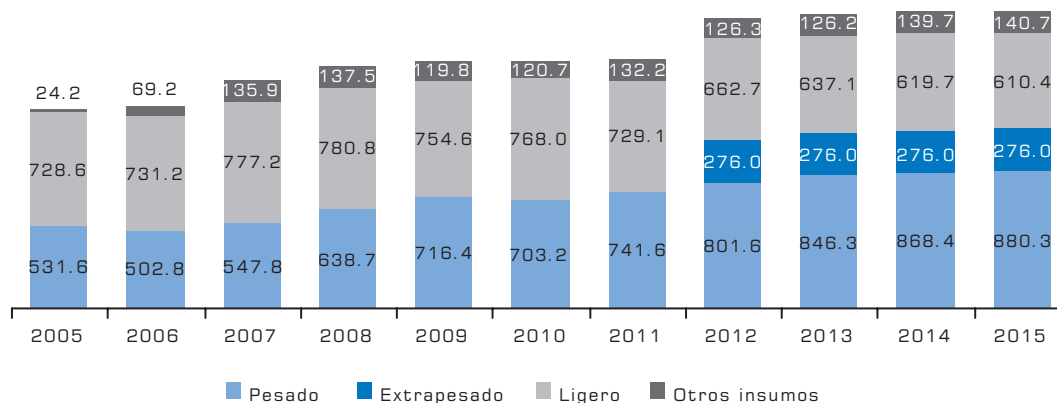
El incremento en el procesamiento de crudo pesado será el resultado de la estrategia adoptada por PR hacia la búsqueda de mejores márgenes de refinación, tomando en consideración las características y disponibilidad del tipo de crudo en nuestro país y su transformación en productos de alta calidad y valor.

En el caso del nuevo tren de refinación, el crudo que procesará será del tipo extrapesado<sup>2</sup>. El procesamiento de este crudo, proveniente de los yacimientos Ku-Maloob-Zaap, forma parte de un proyecto estratégico de PR a fin de evitar una disminución en el suministro del crudo como consecuencia de la declinación natural de los campos productores.

<sup>2</sup> Aceite crudo con fracciones relativamente altas de componentes pesados, de baja densidad API (10 grados) y alta viscosidad a condiciones de yacimiento.



**Gráfica 32**  
**Proceso de crudo por tipo\*, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)



\* Incluye otros insumos o corrientes (transferencias a refinerías, gasóleos, diesel amargo, base para combustóleo).

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En este sentido, el nuevo tren de refinación, en 2012, procesará 14.8% de todo el suministro enviado al SNR, lo que contribuirá a aumentar la producción futura de combustibles.

En lo que a crudo ligero se refiere, se observará una disminución, a lo largo de todo el periodo de 118.1 mbd, como consecuencia de una menor demanda por parte de Salina Cruz, Minatitlán y Tula, pese a que Cadereyta y Madero mostrarán un mayor consumo (véase cuadro 31). El crudo pesado mostrará una tmca de 5.2%, el tipo ligero disminuirá 1.8%.

En términos de proceso total<sup>3</sup>, durante el periodo 2005-2015, el SNR ampliará el volumen de 1,248.3 mba a 1,907.4

mbd, este incremento será atribuible fundamentalmente al crudo pesado y extrapesado. En el caso de las transferencias a refinerías (otros insumos), éstas se realizarán principalmente a los centros de Salina Cruz y Minatitlán a fin de que estas corrientes sean llevadas a producto final (véase cuadro 32).

El impacto de las reconfiguraciones de las refinerías de Minatitlán y Salina Cruz, así como los proyectos de coquización y el nuevo tren de refinación tendrán un efecto favorable en la ampliación del proceso de crudo, disminuirá la participación de ligero y aumentará el pesado y extrapesado (véase gráficas 33 y 34).

**Cuadro 31**  
**Proceso de crudo ligero, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

| Ligero       | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Total</b> | <b>728.6</b> | <b>731.2</b> | <b>777.2</b> | <b>780.8</b> | <b>754.6</b> | <b>768.0</b> | <b>729.1</b> | <b>662.7</b> | <b>637.1</b> | <b>619.7</b> | <b>610.4</b> | <b>-1.8</b> |
| Cadereyta    | 90.2         | 108.0        | 88.8         | 98.9         | 103.7        | 103.7        | 104.0        | 100.5        | 100.1        | 102.4        | 103.6        | 1.4         |
| Madero       | 15.9         | 19.1         | 30.2         | 32.7         | 35.2         | 38.1         | 35.2         | 35.2         | 35.2         | 35.2         | 35.2         | 8.3         |
| Tula         | 195.1        | 189.5        | 193.6        | 200.3        | 203.0        | 214.5        | 177.0        | 208.7        | 211.2        | 190.4        | 180.8        | -0.8        |
| Salamanca    | 131.4        | 130.7        | 162.9        | 171.1        | 160.3        | 160.1        | 160.5        | 159.5        | 132.0        | 132.0        | 132.0        | 0.0         |
| Minatitlán   | 108.8        | 112.2        | 113.9        | 93.4         | 67.9         | 67.8         | 67.9         | 67.4         | 67.4         | 67.4         | 67.6         | -4.6        |
| Nuevo tren   |              |              |              |              |              |              |              | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          |             |
| Salina Cruz  | 187.1        | 171.7        | 187.8        | 184.4        | 184.5        | 183.9        | 184.5        | 91.3         | 91.3         | 92.3         | 91.3         | -6.9        |

Fuente: IMP, con información Pemex Refinación.

<sup>3</sup> Crudo más otros insumos.

**Cuadro 32**  
**Proceso total de crudo por refinería\*, 2005-2015**  
 (miles de barriles diarios)

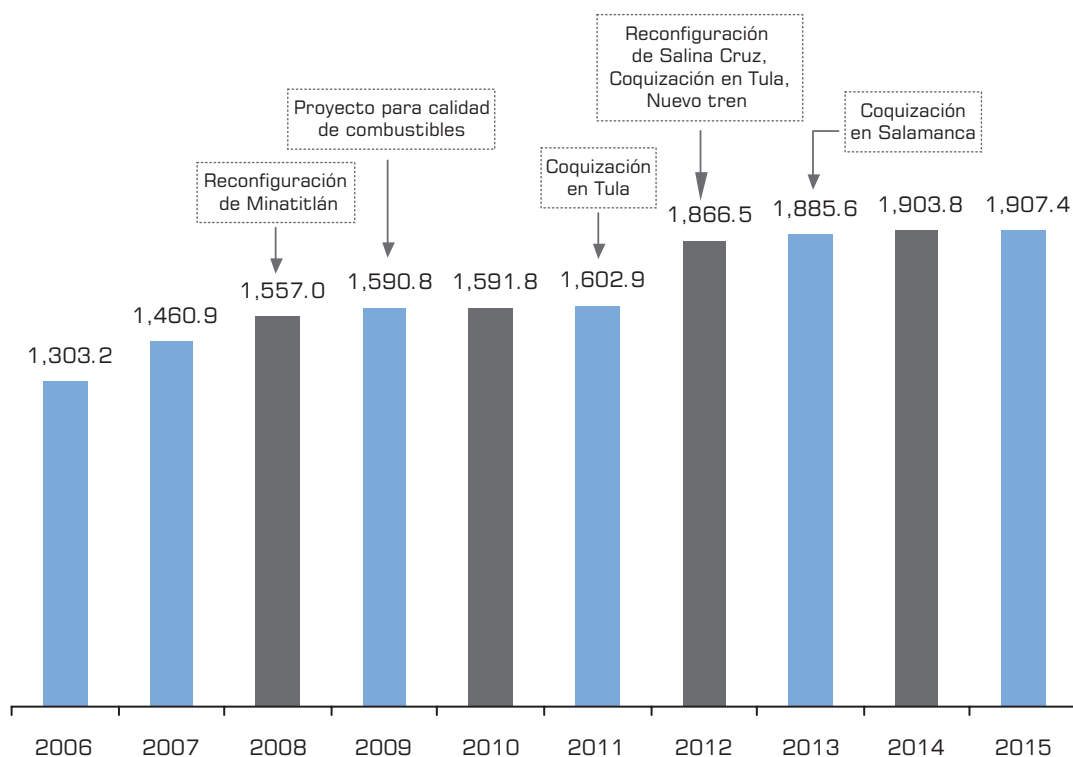
| Refinería    | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | tmca       |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>Total</b> | <b>1,284.3</b> | <b>1,303.2</b> | <b>1,460.9</b> | <b>1,557.0</b> | <b>1,590.8</b> | <b>1,591.8</b> | <b>1,602.9</b> | <b>1,866.5</b> | <b>1,885.6</b> | <b>1,903.8</b> | <b>1,907.4</b> | <b>4.0</b> |
| Cadereyta    | 194.5          | 214.5          | 233.6          | 250.9          | 251.5          | 252.3          | 250.7          | 243.9          | 243.0          | 248.2          | 250.8          | 2.6        |
| Madero       | 142.0          | 149.1          | 174.5          | 175.7          | 177.4          | 177.2          | 175.9          | 175.0          | 175.0          | 175.0          | 175.0          | 2.1        |
| Tula         | 295.7          | 280.7          | 302.9          | 320.8          | 316.7          | 318.1          | 330.7          | 320.1          | 319.5          | 319.6          | 322.7          | 0.9        |
| Salamanca    | 197.0          | 196.8          | 206.4          | 207.8          | 207.9          | 207.6          | 206.4          | 205.7          | 224.4          | 227.6          | 228.2          | 1.5        |
| Minatitlán   | 162.5          | 167.9          | 213.8          | 255.6          | 289.6          | 287.9          | 291.2          | 286.9          | 287.4          | 290.5          | 294.0          | 6.1        |
| Nuevo tren   | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 290.4          | 291.8          | 298.2          | 292.0          | n.a.       |
| Salina Cruz  | 292.7          | 294.3          | 329.8          | 346.3          | 347.8          | 348.8          | 348.1          | 344.5          | 344.5          | 344.7          | 344.6          | 1.6        |

n.a.: no aplica.

\* Incluye otros insumos.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

**Gráfica 33**  
**Impacto de los nuevos proyectos en el proceso de crudo\*, 2006-2015**  
 (miles de barriles diarios)



\* Incluye otros insumos.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.



**Gráfica 34**  
**Estructura porcentual de crudo procesado por tipo, 2005-2015**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En 2015 se lograrán aumentar los rendimientos de la producción de combustibles respecto a los obtenidos en el 2005, esto como consecuencia del volumen y tipo de crudo procesado y de la configuración propia de cada refinera. Destaca el caso de las gasolinas en donde algunos centros de refinación se ubicarán por encima del 40% (véase cuadro 33).

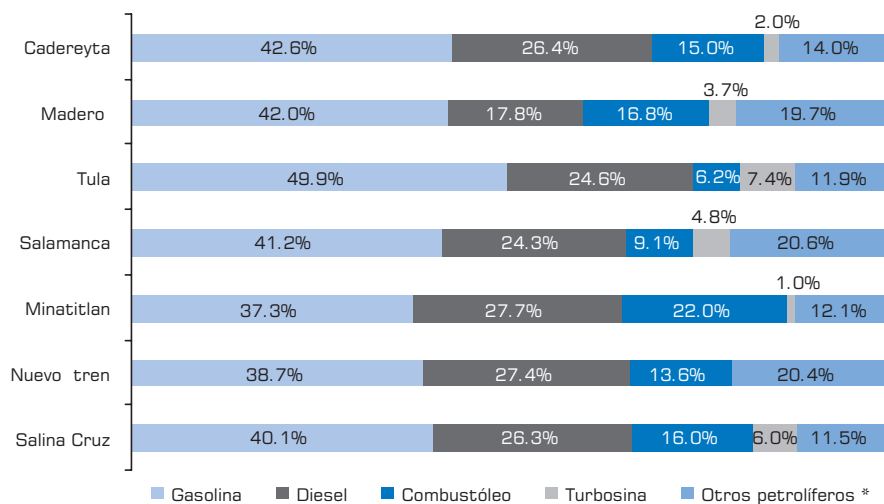
La presencia de coquizadoras en todas las refineras optimizará la separación de productos ligeros logrando con ello aumentar los rendimientos de los productos de mayor valor al año 2015 (véase gráfica 35).

**Cuadro 33**  
**Rendimientos de producción de gasolinas, 2005-2015**

|             | 2005  | 2015  |
|-------------|-------|-------|
| Cadereyta   | 37.6% | 42.6% |
| Madero      | 40.4% | 42.0% |
| Tula        | 35.1% | 49.9% |
| Salamanca   | 32.3% | 41.2% |
| Minatitlan  | 28.0% | 37.3% |
| Nuevo Tren  | 0.0%  | 38.7% |
| Salina Cruz | 32.8% | 40.1% |

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

**Gráfica 35**  
**Rendimientos en la producción de petrolíferos por refinera, 2015**



\* Incluye coque de petróleo, asfaltos, lubricantes, parafinas, etc.

Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

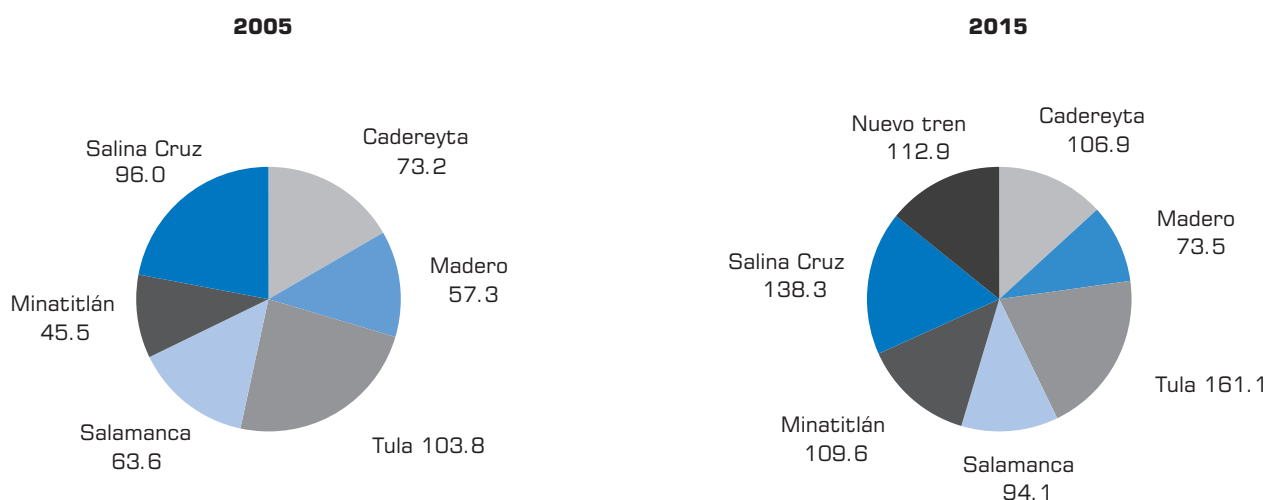
La cartera de proyectos previstos para el periodo 2008-2013 permitirán ampliar, construir y modernizar las plantas de algunos procesos productivos. Asimismo se procesará una mayor proporción del crudo pesado, se alcanzarán mejores rendimientos en la obtención de productos ligeros y se elaborarán combustibles más limpios.

El crecimiento que se espera de la demanda de combustibles en los próximos años, conlleva a un planteamiento de jerarquización de proyectos y de inversiones que permitan

el desarrollo y conclusión de los mismos conforme a los tiempos programados.

En el caso del proyecto de Minatitlán, la conclusión de su reconfiguración le permitirá alcanzar, en 2008, una producción de gasolinas de 85.1 mbd, lo que se traduce en una contribución de 15.7% en la oferta interna; en tanto que en 2005 su participación fue de 10.4%. Durante el periodo 2005-2015, su producción aumentará 140.9%, esto es, 64.1 mbd adicionales a los elaborados en 2005.

**Gráfica 36**  
**Producción\* de gasolinas por centro de trabajo, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**



\* La producción incluye componentes importados, transferencias de otros organismos y transferencias inter-refinerías.  
Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En lo referente al diesel, este proyecto logrará ampliar su elaboración en 42.2 mbd en el periodo mencionado, lo que equivale a un aumento de 107.7%. El combustóleo observará una reducción de 10.9 mbd.

La reconfiguración de Minatitlán permitirá ampliar la capacidad de destilación atmosférica en 150 mbd; se aumentará el proceso de crudo Maya 219.3% entre 2005-2015, se incrementará la producción de combustibles de alto valor en 529.6 mbd y se obtendrán combustibles de mejor calidad. Esta visión posicionará a esta refinería como una de las más rentables y competitivas en el país; asimismo, contribuirá a la reducción de importaciones debido a un mayor suministro de combustibles.

El proyecto de reconfiguración de Salina Cruz demandará una mayor proporción de crudo pesado, disminuirá la

contribución del ligero e incrementará la oferta de destilados. Su producción de gasolinas en 2015 será de 138.3 mbd, es decir, crecerá a una tasa promedio de 3.7% anual; los destilados intermedios aumentarán en 29.6 mbd en dicho periodo, mientras que el combustóleo se reducirá 5.7% en promedio anual. Durante todo el periodo de análisis, este centro de trabajo aumentará su producción de combustibles en 45.2 mbdpce.

La incorporación de coquizadoras como parte de los proyectos de reconfiguración en Tula y Salamanca, permitirá aumentar el proceso de crudo pesado, minimizar la producción de residuales de menor valor agregado, elevar el rendimiento de destilados ligeros, reducir las importaciones de combustibles y mejorar el margen de utilidad de PR. Con estos proyectos de conversión de residuales se logrará satisfacer en mayor medida la creciente demanda de combustibles en la zona centro del país.



En 2011, el proyecto de coquización de Tula logrará que este centro de trabajo participe con 25.9% en la oferta de gasolinas, lo que implica un incremento de 6.4% respecto al año anterior. En 2015, la producción será superior a 2005 en 57.3 mbd. En los destilados intermedios, el diesel será el que muestre el mayor desplazamiento al incrementarse en 7.5 mbd en 2011 respecto a 2010. El combustóleo decrecerá a una tasa de 13.7% en promedio anual en los siguientes 10 años.

La refinería Salamanca, en 2013 tendrá una contribución de 11.9% en la elaboración de gasolinas y en 2015 superará 48.0% a 2005. El diesel rebasará en 13.3 mbd la producción de 2005. El combustóleo se reducirá 8.1% en promedio anual entre 2005 y 2015.

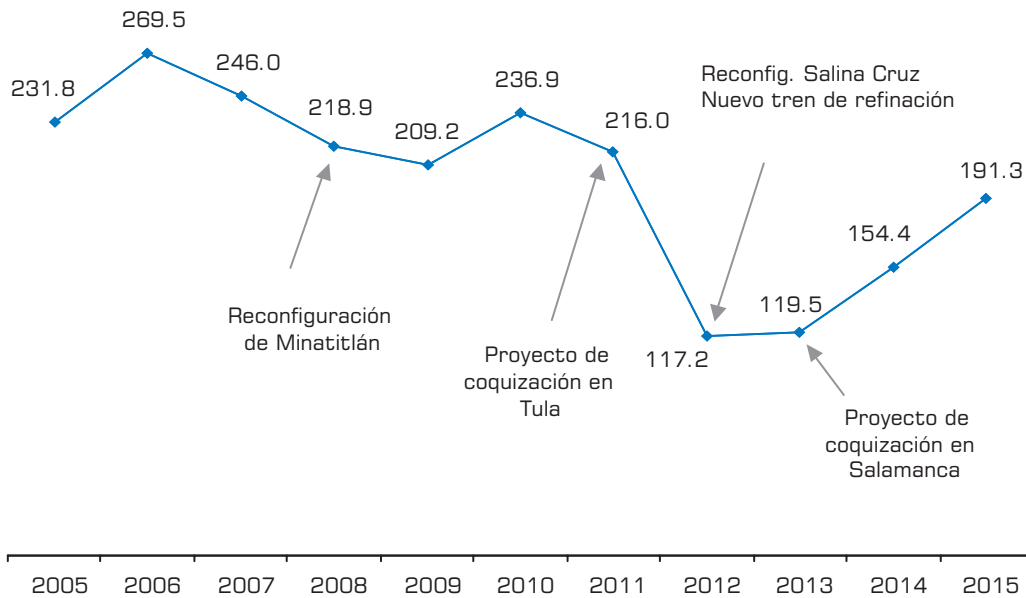
Con respecto al nuevo tren de refinación, éste tendrá una capacidad de 300 mbd y procesará un volumen de crudo

extrapesado de 276.0 mbd. Su configuración será del tipo de alta conversión, lo que explica el alto rendimiento que tendrá en la elaboración de gasolinas y diesel. En este sentido, en 2012 contribuirá a incrementar la oferta de gasolinas en 16.4%, por lo que se ubicará, en dicho año, como el tercer centro de refinación de mayor producción de gasolinas y el primero en procesar 100% crudo extrapesado.

En destilados intermedios, su elaboración estará orientada hacia el diesel con una contribución de 16.5% (79.9 mbd) y en combustóleo será de 14.9% (39.7 mbd).

El incremento en la oferta de gasolinas reducirá las importaciones 17.5% en 2015 respecto a 2005.

**Gráfica 37**  
**Evolución del saldo de la balanza comercial de gasolinas**  
**(miles de barriles diarios)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

El programa de reducción del contenido de azufre en combustibles automotores no sólo permitirá reducir o eliminar contaminantes sino también será un requisito indispensable para la introducción de nuevas tecnologías vehiculares en el control de la contaminación (plomo y azufre), si se considera que al autotransporte se le atribuye la causa principal de la contaminación del aire<sup>4</sup>. De ahí la importancia de realizar las inversiones necesarias para reducir el contenido de azufre de la gasolina y diesel de tal forma que la tecnología automotriz y petrolera coincidan para que los compromisos ambientales sean alcanzables.

De esta manera, PR ha comenzado a destinar importantes inversiones para el desarrollo de combustibles de UBA. Se planea la instalación de coquizadoras en Tula y Salamanca para procesar los residuos de vacío y disminuir la producción de combustóleo. Se espera procesar más crudo pesado con las reconfiguraciones de Minatitlán en 2008 y en Salina Cruz

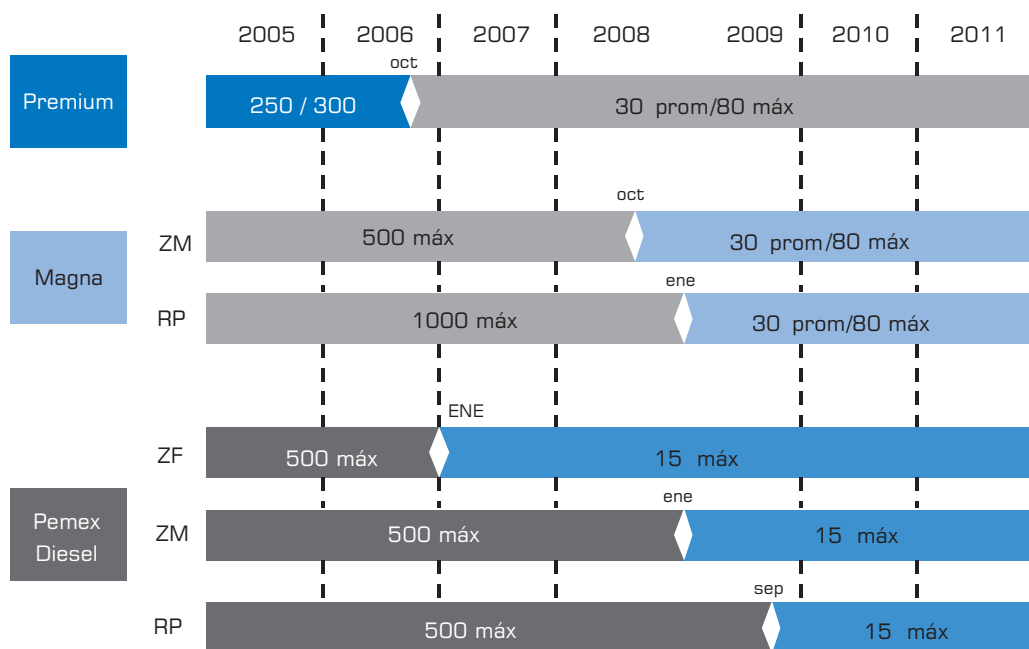
<sup>4</sup> De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) el crecimiento del parque vehicular y las altas tasas de emisiones de los mismos han contribuido con 95% de monóxido de carbono, 75% de óxidos de nitrógeno, 50% de hidrocarburos, 60% de partículas inhalables y 25% de bióxido de azufre.

en 2012. El desarrollo de este tipo de proyectos tiene como objetivo producir combustibles de UBA en las gasolinas Pemex Premium, Magna y diesel.

En este sentido, en octubre de 2006, la gasolina Premium redujo su contenido de azufre a 30 ppm, mientras que la Pemex Magna, en octubre de 2008, alcanzará este nivel de concentración en la ZMVM. Para el resto del país se prevé distribuirla

en enero de 2009. Respecto al Pemex diesel, en enero de 2007 se reducirá su contenido de azufre, exclusivamente en la zona fronteriza, para cumplir con un máximo de 15 ppm, en tanto que en la ZMVM será en enero de 2009 y será en septiembre del mismo año, cuando se alcance esta calidad para el resto del país. Estas acciones pretenden que la calidad de gasolinas y diesel a nivel nacional se ubique en los mismos parámetros de concentración de este elemento químico a nivel internacional.

**Diagrama 2**  
**Programa de reducción de contenido de azufre en Pemex Refinación**



Fuente: Pemex Refinación.

Para el caso de México, la nueva Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, asegurará un contenido de azufre en gasolinas y diesel lo suficientemente bajo, con lo cual se logrará disminuir las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, así como las partículas finas.

La ejecución del proyecto de calidad requerirá de la construcción de 14 nuevas plantas (10 de postratamiento de gasolinas y cuatro hidrosulfuradoras de diesel) así como la modernización de diversas plantas de destilados intermedios y la construcción de siete plantas secundarias de servicios auxiliares.

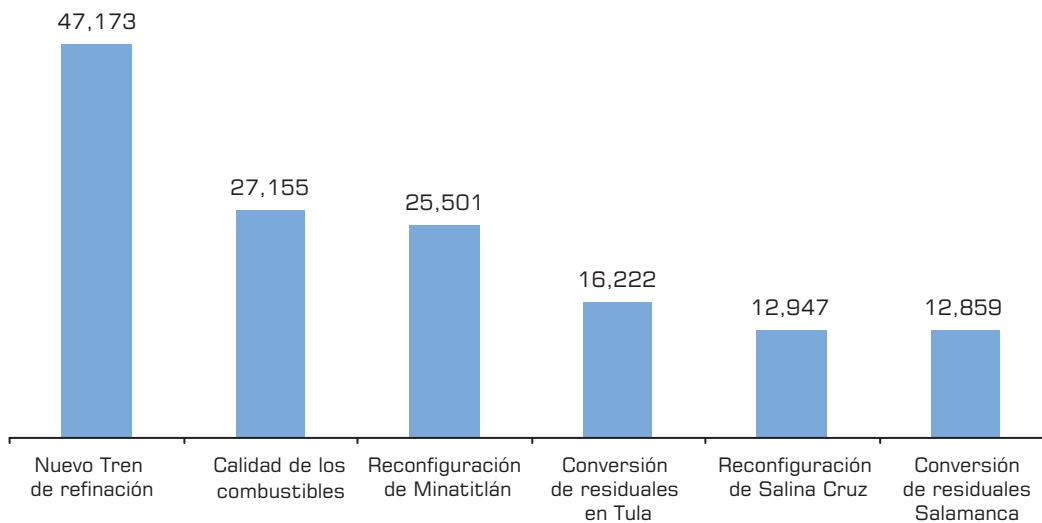
Con la realización del proyecto de calidad de combustibles y la conclusión de las reconfiguraciones, se logrará una mayor

modernización tecnológica de las instalaciones, se mejorarán los procesos productivos, se alcanzará una mayor rentabilidad en la empresa, se ampliará la oferta de combustibles con una mayor calidad, permitirá aumentar la autosuficiencia energética en los próximos años, se inducirá una incorporación paulatina de vehículos mas eficientes y se contribuirá al cuidado ambiental con un consecuente beneficio social.

Para poder llevar a cabo los proyectos mencionados, PR requiere de inversiones por 141,857 millones de pesos.



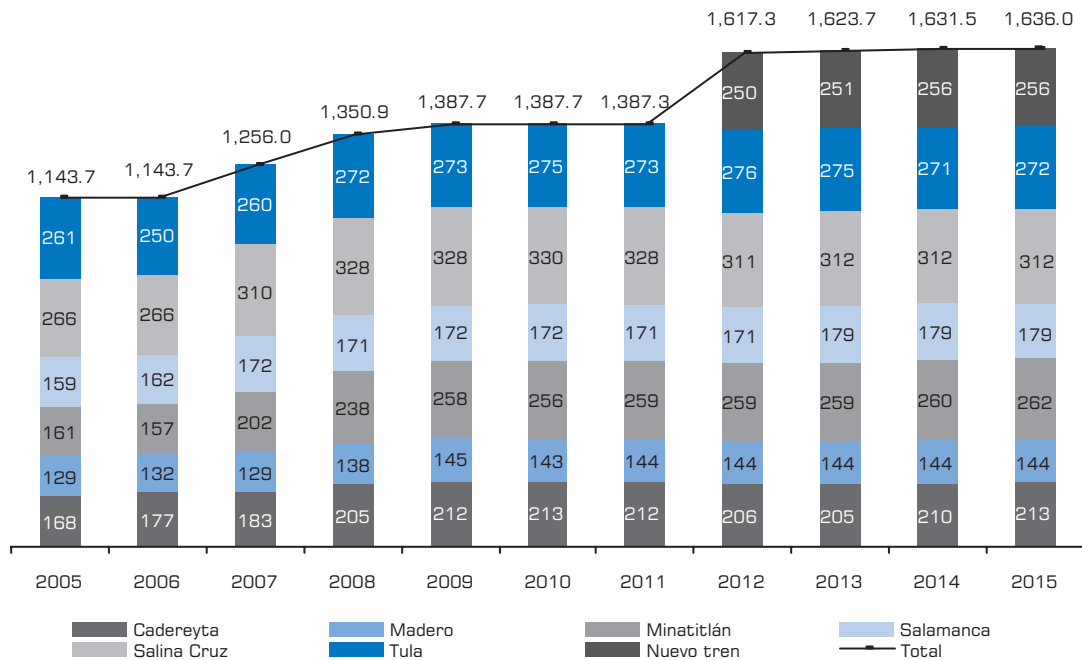
**Gráfica 38**  
**Requerimientos de inversión en proyectos estratégicos**  
**(millones de pesos)**



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

En el periodo 2005-2015, la oferta interna de petrolíferos<sup>5</sup> presentará una tmca de 3.6%, lo que significa un aumento de 492.3 mbdpce. En el último año la producción se ubicará en 1,636.0 mbdpce.

**Gráfica 39**  
**Producción de petrolíferos por refinería, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)**



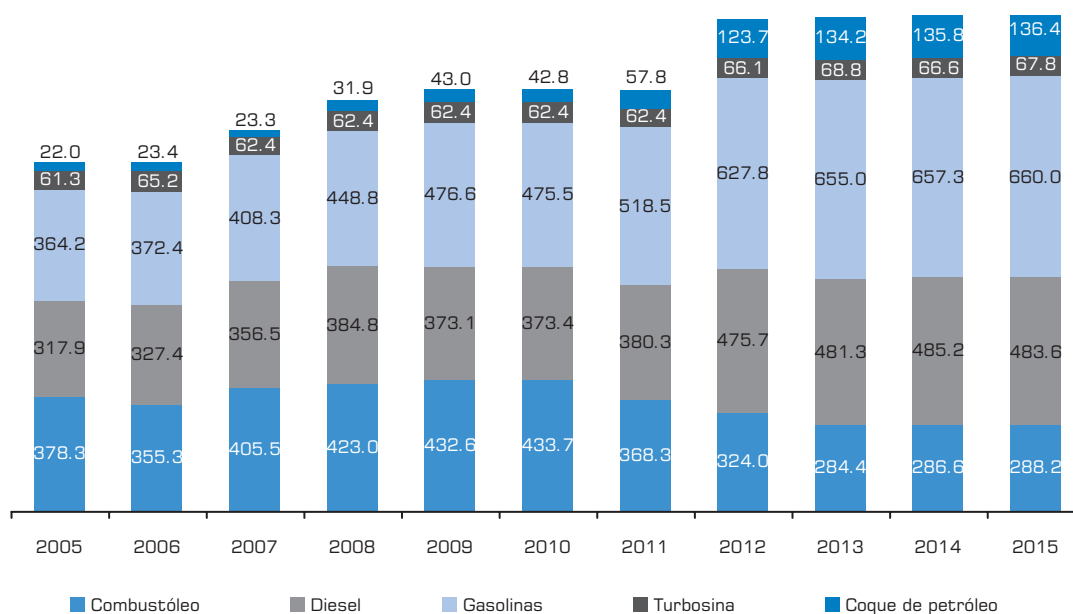
Fuente: IMP con base en información de Pemex.

<sup>5</sup> Combustóleo, coque de petróleo, diesel, gasolinas y turbosinas.

El incremento esperado en la producción de petrolíferos, está orientado a cubrir el crecimiento esperado de la demanda interna. Con base en esto, cada refinería tendrá una configuración específica acorde al tipo y volumen de crudo a procesar y a la demanda de combustibles de su zona de influencia.

En 2015, las gasolinas participarán con 40.3% en la oferta interna de petrolíferos, el diesel con 29.6%, el combustóleo con 17.6%, el coque de petróleo con 8.3% y las turbosinas con 4.1%. Asimismo, la refinería de Salina Cruz tendrá la mayor participación en la producción de petrolíferos: 19.0%; Tula colaborará con 16.6 %; Minatitlán y el Nuevo Tren con 16.0% y 15.6% respectivamente; Cadereyta y Madero con 21.8% de manera conjunta<sup>6</sup>.

**Gráfica 40**  
**Producción de petrolíferos en el SNR, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)



Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

Con base en los rendimientos esperados, la producción de combustibles estará orientada principalmente hacia un mayor volumen de gasolinas con una tmca de 6.1% en el periodo 2005-2015. Cabe destacar que la oferta de este energético se incrementará en 81.2% al pasar de 439.5 mbd a 796.5 mbd, como resultado de la ejecución de los proyectos mencionados al inicio de este capítulo y a una operación mas eficiente y mayor utilización de la capacidad instalada.

Los destilados intermedios tendrán una tmca de 3.8%, para ubicarse al final del periodo en 554.1 mbd, esto es, 172.6 mbd adicionales a lo producido en 2005. La producción de diesel, tendrá una participación de 96.1% y la turbosina un 3.9% al concluir el periodo de estudio.

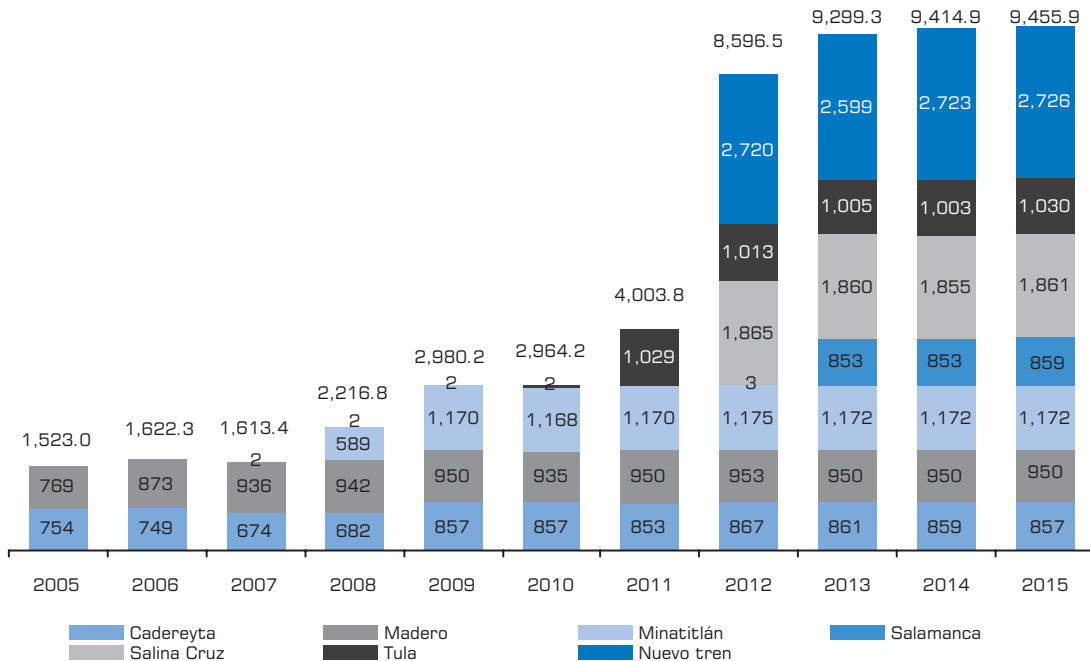
En el caso del combustóleo se observará una reducción de 83.6 mbd como resultado de una política de producción de combustibles de alto valor agregado. Las refinerías de Minatitlán y Salina Cruz serán las de mayor oferta de este combustible (44.9%). Al finalizar el periodo, se tendrá una producción de 267.2 mbd.

La oferta de coque por parte del SNR, tendrá un incremento de 7,933.0 miles de toneladas anuales (mta), esto como resultado de una mayor infraestructura de plantas coquizadoras, lo que permitirá un mayor procesamiento de residuos de vacío, cuya desintegración térmica dará lugar a la formación simultánea de productos destilados y coque de petróleo.

<sup>6</sup> Los combustibles considerados son: combustóleo, coque de petróleo, diesel, gasolinas y turbosinas.



**Gráfica 41**  
**Elaboración de coque de petróleo por centro de trabajo, 2005-2015**  
 (miles de toneladas anuales)



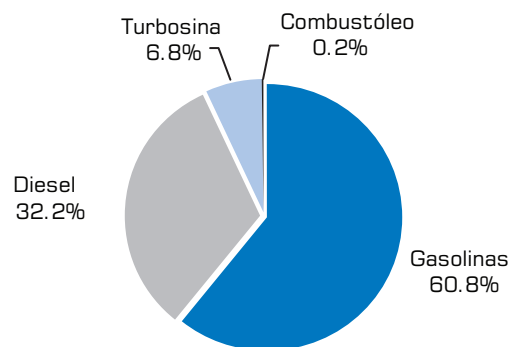
Fuente: IMP con base en información de Pemex Refinación.

## 4.2 Demanda nacional de petrolíferos, 2006-2015

### 4.2.1 Sector transporte

La producción nacional de petrolíferos para los próximos 10 años, seguirá destinándose en su mayor parte a satisfacer la demanda de combustibles en el sector transporte. Las gasolinas continuarán siendo el combustible que presente un mayor consumo en el autotransporte con 60.8%, en menor medida estarán el diesel, la turbosina y el combustóleo.

**Gráfica 42**  
**Participación promedio de petrolíferos respecto a la demanda en el sector transporte, 2005-2015**



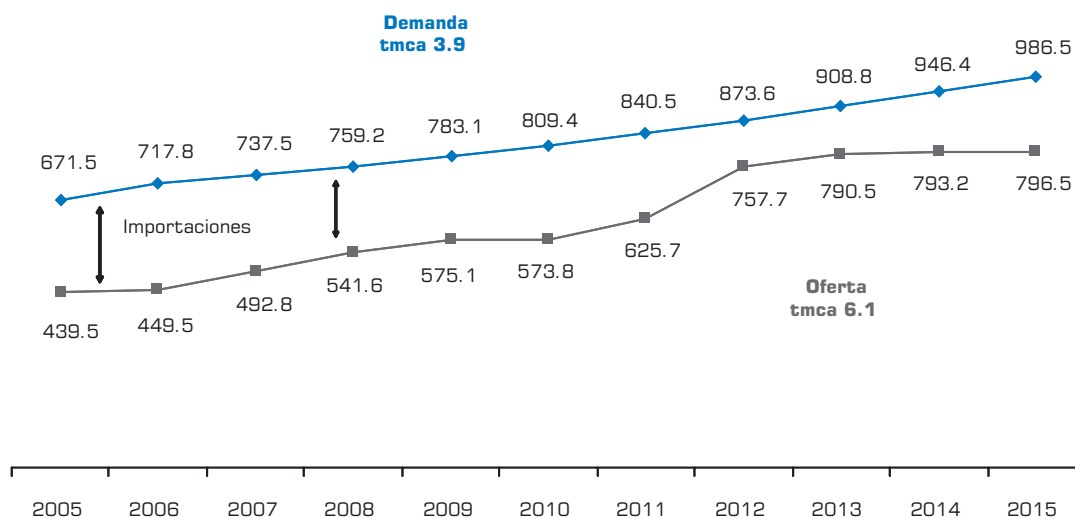
Fuente: IMP, con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, empresas privadas, Pemex y Sener.

Los factores que influirán en el comportamiento de la demanda en este sector, son los siguientes:

- Continuidad de las facilidades para el otorgamiento de créditos por parte de las distribuidoras de vehículos para la adquisición de unidades nuevas, teniendo como efecto un incremento en el parque vehicular y en la demanda de combustibles.
- La introducción a nuestro país de vehículos importados, seguirá siendo un factor importante para que aumente el volumen de automóviles.
- Se espera una mayor actividad en el transporte de carga y pasajeros, lo cual se verá reflejado en un incremento del parque vehicular a diesel y, consecuentemente, en una mayor demanda de este combustible.
- La disponibilidad de combustibles con un bajo contenido de azufre será un factor importante para impulsar la introducción de tecnologías vehiculares más limpias, las cuales representan beneficios respecto al nivel de emisiones, rendimiento y mantenimiento en comparación a otros vehículos.
- Uso intensivo del vehículo.
- Preferencia de los pasajeros de autotransporte a transporte aéreo.
- La posibilidad de aprovechar los acuerdos bilaterales con otros países y desarrollar nuevos mercados, si se considera que nuestro país es un enlace estratégico hacia Estados Unidos y Sudamérica. Además de ofrecer nuevas oportunidades de negocios para las aerolíneas y fomentar la actividad turística.
- Incorporación al mercado de nuevas aerolíneas propiciando un aumento de demanda de turbosina.

De acuerdo a lo anterior, las gasolinas seguirán manteniendo la mayor demanda en el sector transporte. En 2006 el consumo nacional aparente de este combustible se estimó en 717.8 mbd y para 2015 éste ascenderá a 986.7 mbd. En este sentido, para los próximos diez años, la demanda interna de gasolinas aumentará a un ritmo de 3.9% en promedio anual.

**Gráfica 43**  
**Oferta y demanda de gasolinas en el sector transporte, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**



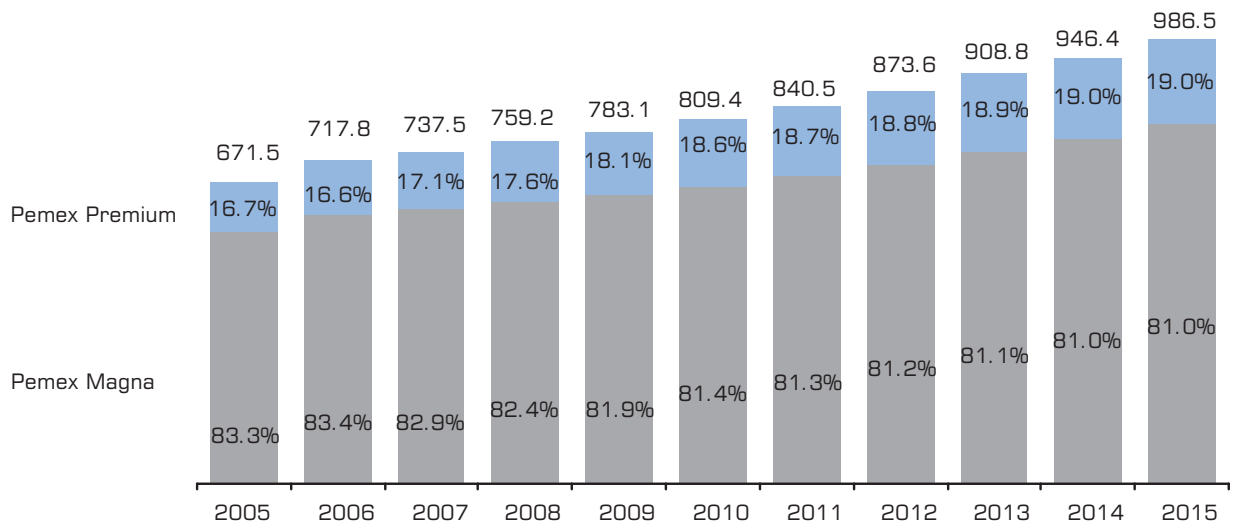
Fuente: IMP, con información de Pemex y Sener.



Por tipo de producto, las necesidades de la gasolina Pemex Magna mostrarán un mayor consumo respecto a la Pemex Premium. Por el contrario, se estima un crecimiento de 3.6% en promedio anual en la demanda de Magna, mientras que, la tmc de la Premium se ubicará en 5.3%.

Aún con a los proyectos estratégicos para el periodo establecido, se seguirá requiriendo de nuevas inversiones que permitan mejorar la balanza comercial para cubrir las necesidades internas de este combustible.

**Gráfica 44**  
Ventas internas de gasolina Pemex Magna y Premium, 2005-2015  
(miles de barriles diarios)



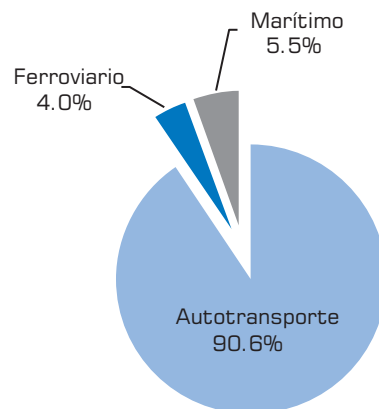
Fuente: IMP, con información de Pemex y Sener.

El diesel es el segundo combustible, en orden de importancia, dentro de la demanda del sector transporte, de cuyas ventas se destinará 88.5% en promedio a dicho sector para el periodo 2005-2015.

Se prevé que los vehículos con motor a diesel aumentarán su demanda, reflejándose en el consumo nacional aparente para los próximos diez años en 4.0% en promedio anual. De 315.6 mbd que se espera consumir durante 2006 a 427.4 mbd en 2015. Cabe señalar que la oferta de diesel será suficiente para satisfacer la demanda, situación contraria a la elaboración de gasolinas, en donde se tiene una alta dependencia de las importaciones y elevado parque vehicular de este energético.

Al analizar la demanda de diesel por modalidad en este sector, el autotransporte de carga y pasaje, principalmente, tenderá a ser el que mayor consumo presente para el periodo 2005-2015.

**Gráfica 45**  
Participación promedio de la demanda de diesel en el sector transporte por modalidad 2005-2015



Fuente: IMP con base en información de Banxico, empresas privadas, INEGI, Pemex y Sener.

Cabe mencionar que el impulso que se espera dar, por parte de empresas y autoridades, a la tecnología de motores a diesel será determinante para elevar tanto la producción como la demanda de este energético.

De esta manera, la demanda observada de diesel seguirá reflejando la preferencia del autotransporte hacia este combustible, lo cual se relaciona con los siguientes elementos: precio, rendimiento, eficiencia, disponibilidad, y menores costos de mantenimiento entre otros (véase cuadro 34).

La producción de turbosina seguirá destinándose en su totalidad a satisfacer el consumo en el transporte aéreo, el cual, para el periodo 2005-2015, mostrará un aumento de 5.6% en promedio, atribuible a las inversiones planeadas en infraestructura aérea.

Entre los proyectos aeroportuarios destaca la construcción de la nueva Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), que permitirá elevar su capacidad para dar servicio hasta 32 millones de pasajeros al año y consolidarse como el aeropuerto más moderno e importante de América Latina.

Por otro lado, los resultados derivados de la ampliación y modernización del Aeropuerto Internacional de Toluca (AIT) determinarán la conformación del transporte aéreo en los próximos años. Para el periodo 2007-2012, el AIT continuará con el proceso de ampliación y modernización de tal forma que, al concluir dichas acciones, podrá atender en su conjunto hasta 9.1 millones de pasajeros al año y 4,100 pasajeros en hora crítica, posicionándose así como uno de los aeropuertos más importantes de México<sup>7</sup>.

**Cuadro 34**  
**Demanda de diesel en el sector transporte por modalidad, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

| Modalidad      | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>   | <b>288.1</b> | <b>315.6</b> | <b>326.0</b> | <b>336.8</b> | <b>348.2</b> | <b>360.2</b> | <b>370.9</b> | <b>382.8</b> | <b>396.2</b> | <b>411.0</b> | <b>427.4</b> | <b>4.0</b> |
| Autotransporte | 261.6        | 287.8        | 296.9        | 306.4        | 316.3        | 326.8        | 335.8        | 345.9        | 357.3        | 370.1        | 384.7        | 3.9        |
| Ferrovionario  | 11.8         | 12.1         | 12.6         | 13.1         | 13.6         | 14.2         | 14.7         | 15.4         | 16.0         | 16.6         | 17.3         | 3.9        |
| Marítimo       | 14.7         | 15.7         | 16.5         | 17.3         | 18.3         | 19.3         | 20.4         | 21.6         | 22.9         | 24.2         | 25.5         | 5.6        |

Fuente: IMP con base en información de Banxico, Empresas Privadas, INEGI, Pemex y Sener.

## Demanda regional

En el transporte marítimo el consumo del combustible se mantendrá constante para el periodo 2006-2015 ubicándose en 1.5 mbd. La región de mayor demanda se presentará en la región Centro-Occidente.

**Cuadro 35**  
**Ventas internas de combustible al sector transporte por región, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

|                  | 2005       | 2006       | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | tmca       |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>1.5</b> | <b>0.0</b> |
| Noroeste         | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.0        |
| Noreste          | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.0        |
| Centro-Occidente | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.8        | 0.0        |
| Centro           | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | n.a        |
| Sur-Sureste      | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.0        |

n.a.: no aplica

Fuente: IMP, con información de CFE, CRE, Pemex y Sener.

<sup>7</sup> Aeropuertos y Servicios Auxiliares.



Respecto al consumo de diesel en 2015, se estima que alcanzará 427.4 mbd con una tasa de crecimiento anual de 4.0%. Las regiones Centro-Occidente, Noreste y Centro serán las de mayor demanda al consumir 25.0%, 22.5% y 20.7%, respectivamente.

El auge que puedan tener los vehículos a diesel y un mayor dinamismo en el transporte contribuirán, en gran medida para que estas zonas presenten la mayor venta de diesel.

**Cuadro 36**  
**Ventas internas de diesel al sector transporte por región, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

|                  | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>288.1</b> | <b>315.6</b> | <b>326.0</b> | <b>336.8</b> | <b>348.2</b> | <b>360.2</b> | <b>370.9</b> | <b>382.8</b> | <b>396.2</b> | <b>411.0</b> | <b>427.4</b> | <b>4.0</b> |
| Noroeste         | 41.3         | 45.2         | 46.8         | 48.5         | 50.2         | 52.2         | 54.0         | 55.9         | 58.1         | 60.4         | 63.0         | 4.3        |
| Noreste          | 65.1         | 71.3         | 73.6         | 76.0         | 78.5         | 81.2         | 83.5         | 86.1         | 89.1         | 92.3         | 96.0         | 4.0        |
| Centro-Occidente | 72.3         | 78.9         | 81.5         | 84.2         | 87.0         | 89.9         | 92.5         | 95.4         | 98.7         | 102.3        | 106.3        | 3.9        |
| Centro           | 59.7         | 65.6         | 67.7         | 69.8         | 72.1         | 74.5         | 76.6         | 78.9         | 81.5         | 84.4         | 87.8         | 3.9        |
| Sur-Sureste      | 49.7         | 54.6         | 56.4         | 58.3         | 60.4         | 62.5         | 64.4         | 66.5         | 68.9         | 71.5         | 74.3         | 4.1        |

Fuente: IMP, con información Pemex.

La demanda de gasolinas para el periodo 2005-2015 presentará un aumento de 3.9% en promedio anual. Del total de la producción se seguirá destinando a satisfacer el consumo de la región Centro y Centro-Occidente, las cuales demandarán 29.8% y 23.6%, respectivamente.

**Cuadro 37**  
**Ventas internas de gasolinas al sector transporte por región, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

|                  | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>671.5</b> | <b>717.8</b> | <b>737.5</b> | <b>759.2</b> | <b>783.1</b> | <b>809.4</b> | <b>840.5</b> | <b>873.6</b> | <b>908.8</b> | <b>946.4</b> | <b>986.5</b> | <b>3.9</b> |
| Noroeste         | 84.8         | 90.7         | 93.3         | 96.2         | 99.5         | 103.0        | 107.0        | 111.3        | 115.8        | 120.6        | 125.8        | 4.0        |
| Noreste          | 125.5        | 134.2        | 137.9        | 141.9        | 146.4        | 151.4        | 157.2        | 163.4        | 170.0        | 177.0        | 184.5        | 3.9        |
| Centro-Occidente | 158.8        | 169.8        | 174.3        | 179.3        | 184.8        | 190.9        | 198.2        | 205.9        | 214.2        | 223.1        | 232.5        | 3.9        |
| Centro           | 200.6        | 214.4        | 220.1        | 226.3        | 233.2        | 240.7        | 249.9        | 259.7        | 270.1        | 281.2        | 293.1        | 3.9        |
| Sur-Sureste      | 101.8        | 108.8        | 112.0        | 115.4        | 119.2        | 123.5        | 128.2        | 133.3        | 138.7        | 144.5        | 150.6        | 4.0        |

\* No incluye sector petrolero.

Fuente: IMP, con base en Banco Mundial, Banxico, Conapo, INEGI, Profeco, Pemex, Sener y empresas privadas.

**Cuadro 38**  
**Ventas internas de gasolina Magna al sector transporte por región, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

|                  | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>559.6</b> | <b>598.4</b> | <b>611.6</b> | <b>625.9</b> | <b>641.5</b> | <b>658.5</b> | <b>683.1</b> | <b>709.2</b> | <b>737.2</b> | <b>767.0</b> | <b>799.0</b> | <b>3.6</b> |
| Noroeste         | 66.1         | 70.7         | 72.2         | 73.9         | 75.8         | 77.8         | 80.7         | 83.8         | 87.1         | 90.6         | 94.4         | 3.6        |
| Noreste          | 104.3        | 111.5        | 113.9        | 116.6        | 119.5        | 122.7        | 127.2        | 132.1        | 137.3        | 142.9        | 148.8        | 3.6        |
| Centro-Occidente | 135.4        | 144.8        | 148.0        | 151.5        | 155.3        | 159.4        | 165.3        | 171.6        | 178.4        | 185.6        | 193.4        | 3.6        |
| Centro           | 173.2        | 185.3        | 189.3        | 193.8        | 198.6        | 203.9        | 211.5        | 219.6        | 228.2        | 237.5        | 247.4        | 3.6        |
| Sur-Sureste      | 80.6         | 86.2         | 88.1         | 90.1         | 92.4         | 94.8         | 98.4         | 102.1        | 106.1        | 110.4        | 115.0        | 3.6        |

No incluye sector petrolero.

Fuente: IMP, con base en Banco Mundial, Banxico, Conapo, INEGI, Profeco, Pemex, Sener y empresas privadas.

**Cuadro 39**  
**Ventas internas de gasolina Premium al sector transporte por región, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

|                  | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>111.9</b> | <b>119.4</b> | <b>125.9</b> | <b>133.3</b> | <b>141.6</b> | <b>150.9</b> | <b>157.4</b> | <b>164.3</b> | <b>171.6</b> | <b>179.4</b> | <b>187.5</b> | <b>5.3</b> |
| Noroeste         | 18.7         | 20.0         | 21.1         | 22.3         | 23.7         | 25.3         | 26.4         | 27.5         | 28.7         | 30.0         | 31.4         | 5.3        |
| Noreste          | 21.2         | 22.7         | 23.9         | 25.3         | 26.9         | 28.7         | 29.9         | 31.2         | 32.6         | 34.1         | 35.7         | 5.3        |
| Centro-Occidente | 23.3         | 24.9         | 26.3         | 27.8         | 29.5         | 31.5         | 32.9         | 34.3         | 35.8         | 37.4         | 39.1         | 5.3        |
| Centro           | 27.4         | 29.1         | 30.7         | 32.5         | 34.5         | 36.8         | 38.4         | 40.1         | 41.9         | 43.8         | 45.7         | 5.3        |
| Sur-Sureste      | 21.2         | 22.7         | 23.9         | 25.3         | 26.9         | 28.6         | 29.9         | 31.2         | 32.6         | 34.0         | 35.6         | 5.3        |

No incluye sector petrolero.

Fuente: IMP, con base en Banco Mundial, Banxico, Conapo, INEGI, Profeco, Pemex, Sener y empresas privadas.

Las ventas de turbosina se elevarán durante los próximos 10 años 5.6% en promedio anual para ubicarse en 102.2 mbd. La región de mayor participación será la Centro al consumir 37.8 mbd al finalizar el periodo. No debe olvidarse que en esta región se encuentra la mayor actividad aérea, hecho que contribuirá a un mayor consumo de este destilado intermedio.

El dinamismo esperado de la demanda de petrolíferos no crecerá al mismo tiempo que la oferta, por lo que será necesario seguir invirtiendo en infraestructura para contar con una mayor capacidad disponible de producción, almacenamiento, transporte y distribución.

**Cuadro 40**  
**Ventas internas de turbosina al sector transporte por región, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

|                  | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015         | tmca       |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>59.2</b> | <b>61.2</b> | <b>65.4</b> | <b>70.9</b> | <b>75.0</b> | <b>79.6</b> | <b>83.8</b> | <b>88.0</b> | <b>92.8</b> | <b>97.5</b> | <b>102.2</b> | <b>5.6</b> |
| Noroeste         | 7.6         | 8.6         | 9.2         | 10.0        | 10.6        | 11.2        | 11.9        | 12.5        | 13.2        | 13.9        | 14.6         | 6.8        |
| Noreste          | 4.7         | 5.3         | 5.6         | 6.1         | 6.4         | 6.8         | 7.1         | 7.4         | 7.8         | 8.1         | 8.4          | 6.1        |
| Centro-Occidente | 12.3        | 12.0        | 12.9        | 14.0        | 14.8        | 15.7        | 16.5        | 17.4        | 18.3        | 19.2        | 20.1         | 5.1        |
| Centro           | 21.6        | 22.4        | 23.9        | 26.0        | 27.5        | 29.2        | 30.8        | 32.4        | 34.2        | 36.0        | 37.8         | 5.7        |
| Sur-Sureste      | 13.1        | 12.9        | 13.7        | 14.9        | 15.7        | 16.7        | 17.5        | 18.4        | 19.4        | 20.3        | 21.3         | 5.0        |

Fuente: IMP, con información de Pemex Corporativo, Pemex Refinación y Sener.



### 4.2.2 Sector eléctrico

El sector eléctrico es uno de los principales consumidores de combustibles fósiles, por ello, las expectativas están basadas en el comportamiento que tendrán, tanto el sector eléctrico público, como el privado para un horizonte de los siguientes 10 años.

Bajo esa perspectiva y considerando que para el sector eléctrico los petrolíferos más utilizados son el combustóleo<sup>8</sup> y el diesel<sup>9</sup>, se revisaron los planes y programas que pueden generar variaciones en su demanda, por lo que las principales acciones que impactarán en su consumo son:

- La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha emprendido acciones concretas para diversificar sus fuentes de suministro, tales como la construcción de la Terminal de regasificación de Gas Natural Licuado (GNL) en Altamira y la próxima licitación para una planta más en el Pacífico.
- La CFE ha evaluado otras alternativas de energía como son: los ciclos combinados con gasificación de residuos de vacío o carbón, las centrales nucleares y los

desarrollos con fuentes de energía renovable, tales como hidroeléctricas y eololéctricas.

- La reducción de los requerimientos de combustóleo<sup>10</sup> y diesel que se estiman para los próximos diez años, por parte de CFE, serán de 6% y 8.4% respectivamente, debido a los cambios de tecnología que se tienen programados.

#### 4.2.2.1 Público

Bajo el contexto anterior, la demanda estimada en el sector eléctrico público para el periodo 2005-2015 referente al combustóleo indica una tmca negativa de 6.4%, en virtud de que se considera que CFE seguirá dejando de consumir casi 60 mbd de combustóleo y es probable que se mantenga esa misma tendencia.

Por su parte, la demanda pronosticada del diesel para este sector indica que se registrará una caída de 10.4%, lo cual es consecuencia del desplazamiento de este energético por el gas natural. Incluso se puede observar que en la zona central su consumo prácticamente desaparecerá.

**Cuadro 41**  
**Demanda regional de diesel para generación pública de electricidad, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Región           | 2005       | 2006       | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | tmca         |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>Total</b>     | <b>5.8</b> | <b>5.8</b> | <b>1.2</b> | <b>1.6</b> | <b>1.8</b> | <b>1.4</b> | <b>1.4</b> | <b>1.9</b> | <b>2.3</b> | <b>1.7</b> | <b>1.9</b> | <b>-10.4</b> |
| Noroeste         | 1.5        | 2.4        | 0.7        | 1.2        | 1.3        | 1.0        | 0.9        | 1.3        | 1.8        | 1.1        | 1.5        | 0.1          |
| Noreste          | 0.8        | 0.3        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | -14.9        |
| Centro-Occidente | 0.1        | 0.0        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.0        | -17.2        |
| Centro           | 0.0        | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          | n.a          |
| Sur-Sureste      | 3.4        | 3.1        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.2        | -23.0        |

Nota: incluye CFE y PIE.

Fuente: IMP con base en información de CFE y empresas privadas.

<sup>8</sup> El combustóleo se emplea principalmente en unidades generadoras de carga base; éstas se localizan cerca de los puertos o en la proximidad de las refinerías de Pemex.

<sup>9</sup> El diesel se utiliza en unidades que operan durante las horas de demanda máxima en generadores para abastecer zonas aisladas y por restricciones, en la disponibilidad de gas en algunas centrales de ciclo combinado.

<sup>10</sup> La reducción en el consumo de combustóleo se deberá al aumento en el uso de gas en centrales existentes para cumplir con la normativa ambiental; al incremento de la capacidad en ciclos combinados con base en gas natural, incluyendo las repotenciaciones; a las centrales duales que utilizan carbón y al retiro de unidades térmicas convencionales con baja eficiencia y, como consecuencia, bajo factor de planta.

## Demanda Regional

En lo que respecta a la demanda regional del combustóleo, la zona que se pronostica, tendrá una reducción considerable será la región Centro, lo cual será consecuencia de los cambios que realizará en sus equipos CFE para disminuir sus emisiones contaminantes y de la reducción que se tendrá en la producción de combustóleo en la refinería de Tula.

Por su parte, la región Noreste también registrará una caída en su demanda, motivada por el desplazamiento que tendrá el combustóleo por el GNL. En el caso de las otras regiones como la Centro-Occidente, la Sur-Sureste y la Noroeste la tendencia será reducir al máximo su consumo del energético.

En lo referente al diesel, el consumo a nivel regional presentará una disminución en todas las regiones debido al menor uso de CFE, lo cual se acentúa con mayor intensidad en la región Centro-Occidente con una tmca negativa de 17.2%.

Asimismo, en las regiones del norte del país la tendencia será a la baja, principalmente por las expectativas que se tienen respecto al GNL. En lo que se refiere a la región Sur-Sureste, se prevé un retroceso representativo en la demanda del diesel,

al pronosticarse una tmca negativa de 23.0% por las adecuaciones que se tienen planeadas en las plantas de CFE.

### 4.2.2.2 Privado (autogeneración)

En el caso del sector privado que integra a la autogeneración por parte de los particulares en la demanda de petrolíferos, uno de los factores que influirán en el consumo del combustóleo y el diesel es el creciente número de permisos y planes de instalación que varias empresas han programado, por lo que CFE pronostica que en 2015 el autoabastecimiento será de 25.5 TWh, cifra cercana al nivel esperado en la prospectiva de 2005, calculado en 25.1 TWh.

De acuerdo a lo anterior, se estima que la demanda de combustóleo en el sector eléctrico privado para el periodo 2005-2015 registre una tmca de 0.3%, en virtud de que se proyecta que aumente el número de empresas que están incursionando en el autoabastecimiento, dadas las necesidades de generar su propia energía en horas pico<sup>11</sup> como una estrategia para mitigar costos, así como una alternativa de confiabilidad en el suministro. Cabe mencionar que, con la incorporación de proyectos de autoabastecimiento, se han reducido las ventas de energía del sector público.

**Cuadro 42**  
**Demanda regional de combustóleo para autogeneración de electricidad, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | tmca       |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>10.9</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>11.3</b> | <b>0.3</b> |
| Noroeste         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.3         | 0.0        |
| Noreste          | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.0        |
| Centro-Occidente | 5.3         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 5.7         | 0.6        |
| Centro           | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.5         | 0.0        |
| Sur-Sureste      | 4.0         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 3.9         | 0.0        |

Fuente: IMP con base en información de Pemex y Sener.

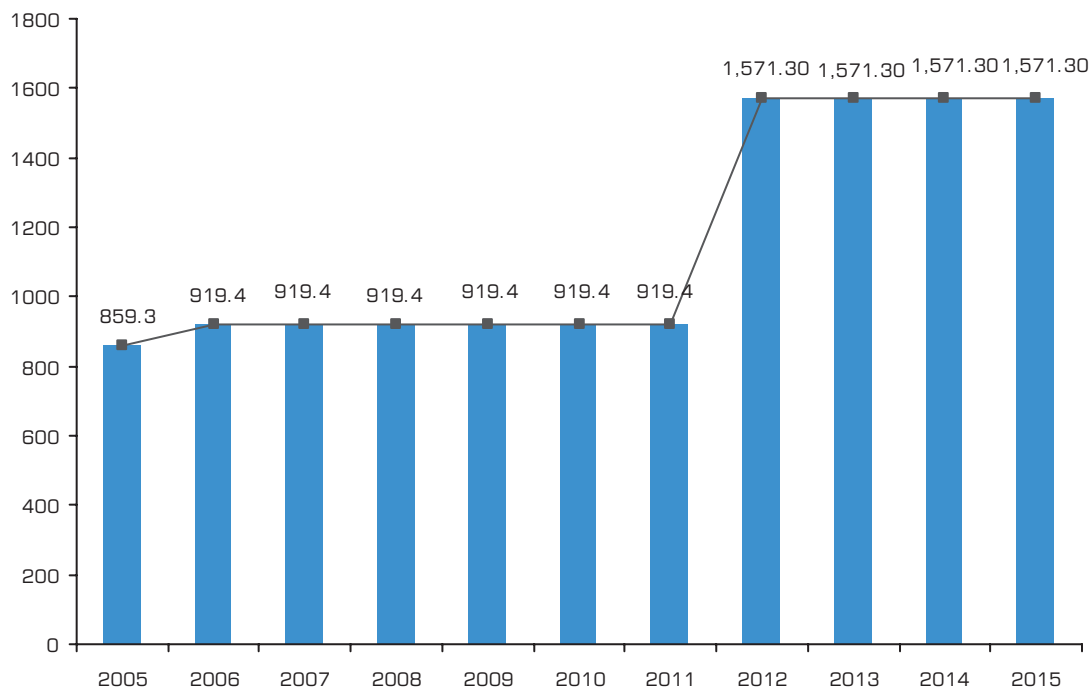
Por su parte, la demanda de coque de petróleo tiene una tendencia al alza debido a que su uso comenzará a ser más extensivo en varias industrias, por su precio y fácil acceso a partir del 2011, por ello se estima que tenga una tmca de 6.2% (véase gráfica 46).

Finalmente, en lo referente al diesel, su consumo privado es menor al del combustóleo por lo que se estima que no tendrá un crecimiento significativo y alcanzará una tmca de 0.6% (véase cuadro 43).

<sup>11</sup> Las horas pico es un término que se refiere al horario en que se satura el sistema eléctrico por el alto consumo de energía y que, en ocasiones, causa problemas en las empresas que utilizan este tipo de energía para sus procesos.



**Gráfica 46**  
**Demanda de coque de petróleo para autogeneración de electricidad,**  
**2005-2015 (miles de toneladas anuales)**



Nota: Incluye Pemex y particulares.

Fuente: IMP con base en información de autogeneradores, CRE y Pemex.

**Cuadro 43**  
**Demanda regional de diesel por autogeneración de electricidad, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Región           | 2005       | 2006       | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | tmca       |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.9</b> | <b>0.6</b> |
| Noroeste         | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 1.2        |
| Noreste          | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.4        |
| Centro-Occidente | 0.1        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.2        | 0.7        |
| Centro           | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        | 0.3        |
| Sur-Sureste      | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.5        |

Fuente: IMP con base en información de autogeneradores, CRE y Pemex.

### Demanda Regional

En materia de autogeneración de electricidad, el coque de petróleo sólo se utiliza en las regiones Centro-Occidente y Centro, por lo que se espera alcance un repunte para los próximos 10 años y se obtenga en la primera, una tmca de 0.7% (véase cuadro 44).

Por su parte, para el diesel, la región Noroeste será la más representativa al obtener una tmca de 1.2%. Por lo que respecta a las otras regiones, su crecimiento será poco significativo al no llegar al punto porcentual en crecimiento anual, lo que indica poco dinamismo en el sector.

**Cuadro 44**  
**Demanda regional de coque de petróleo del sector autogeneración, 2005-2015**  
 (miles de toneladas anuales)

| Concepto         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | tmca       |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>859.3</b> | <b>919.4</b> | <b>919.4</b> | <b>919.4</b> | <b>919.4</b> | <b>919.4</b> | <b>919.4</b> | <b>1,571.3</b> | <b>1,571.3</b> | <b>1,571.3</b> | <b>1,571.3</b> | <b>6.2</b> |
| Centro-Occidente | 859.3        | 919.4        | 919.4        | 919.4        | 919.4        | 919.4        | 919.4        | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 0.7        |
| Centro           |              |              |              |              |              |              |              | 651.93         | 651.93         | 651.93         | 651.93         | n.a.       |

Fuente: IMP con base en información de empresas privadas, Pemex y Sener.

### 4.2.3 Sector industrial

El sector industrial es el principal demandante de energía en el país y la variación dentro de sus patrones de consumo, afecta significativamente la demanda de los petrolíferos.

En ese sentido, con base a la evolución presentada durante los últimos años, este sector mantendrá un comportamiento similar en la demanda de los combustibles que emplea para sus procesos. No obstante, cabe mencionar que existen factores que pueden generar cambios en el consumo de los energéticos que utiliza.

Bajo el contexto anterior, las estimaciones que se realizaron consideraron factores que, por su importancia dentro de la industria, pueden ser un detonante para modificar los patrones de consumo de uno o varios petrolíferos (combustóleo, coque y diesel, principalmente).

Dentro de esos factores destacan los siguientes:

- La importación de productos siderúrgicos provenientes de China representan el 32% del total, lo que afectará de manera importante a la industria siderúrgica nacional.
- La industria del cemento invertirá 450 millones de dólares (mdd), que se suman a los mil 250 mdd que se han invertido durante los últimos cinco años. Estos recursos estarán destinados a investigación, desarrollo, infraestructura y conservación del medio ambiente.
- Los avances tecnológicos que se han desarrollado en las industrias y que han favorecido el cambio de un combustible a otro.
- Las industrias buscan una mayor eficiencia energética, así como la prevención y control de la contaminación, mediante la sustitución de materiales y combustibles, por alternativas menos perjudiciales al ambiente.

De esta manera, la demanda de los energéticos en el sector industrial se verá influida por los sucesos antes mencionados, por ello los pronósticos indican que, en lo referente al combustóleo, durante el periodo 2005-2015 su tendencia será a la baja al estimarse una tmca negativa de 4.5%.

En el caso del coque de petróleo, se prevé tendrá un crecimiento en su demanda debido a que se estima una mayor inversión en la rama del cemento, lo que motivará un crecimiento en el consumo del energético.

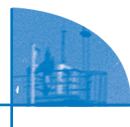
Por su parte, se espera que el coque de petróleo mantenga el impulso que se le ha dado en los últimos años, en virtud de que resulta atractivo como sustituto del gas natural y del combustóleo por los ahorros que genera. En los casos específicos de las industrias siderúrgicas<sup>12</sup> y cementeras<sup>13</sup> se pronostica que, en la medida que se realicen más inversión en esas ramas, el coque va a representar una mejor alternativa para sus procesos por la reducción de costos de producción que significa.

De acuerdo a ese entorno, las expectativas de consumo del coque de petróleo indican que se tendrá una tmca de 3.8% por lo que en el periodo de 2005-2015, podrá desplazar al combustóleo y al gas natural si este último continúa registrando volatilidad en sus precios.

Por su parte el comportamiento esperado en la demanda del diesel para el periodo 2005-2015 señala que se tendrá una tmca de 4.5%.

<sup>12</sup> En una empresa siderúrgica se estaban realizando pruebas con plantas piloto para usar el coque de petróleo, sin embargo, se han detenido las pruebas porque se fusionó con otra empresa, por lo que se espera se pongan nuevamente en operación esas pruebas.

<sup>13</sup> A raíz del incremento en los precios del gas natural, algunos industriales del cemento hidráulico, industrias básicas del hierro y del acero y autogeneradores de electricidad, han optado por aprovechar tecnologías que emplean como combustible al coque de petróleo buscando, principalmente, la reducción de costos. En los últimos años, la rama del cemento hidráulico en México ha reconvertido sus instalaciones productivas para quemar coque de petróleo, ubicándose como el principal consumidor de este energético.



### Demanda Regional

En lo que se refiere a la demanda de combustóleo por región, se estima que en la Centro es en donde se registrará una reducción, al obtener una tmca negativa de 16.3%, motivado principalmente por un menor uso en el sector eléctrico.

En el caso del coque de petróleo se estima se tenga una tmca de 4.6% para la región Centro, esto se debe a la incursión

del energético en muchas industrias cementeras de la zona, lo cual generará un mayor dinamismo en la demanda (véase cuadro 45).

Con respecto al diesel, se estima que la tmca para la región Centro será de 5.8%, lo que significa que algunas empresas tendrán la expectativa de utilizar este combustible como una alternativa en caso de que se den incrementos abruptos en algún combustible sustituto (véase cuadro 46).

**Cuadro 45**  
**Demanda interna de coque de petróleo del sector industrial por región, 2005-2015**  
(miles de toneladas anuales)

| Región           | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | tmca       |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>3,176.4</b> | <b>2,983.6</b> | <b>3,042.5</b> | <b>3,676.9</b> | <b>3,840.5</b> | <b>4,044.1</b> | <b>4,149.0</b> | <b>4,259.2</b> | <b>4,372.2</b> | <b>4,482.8</b> | <b>4,592.3</b> | <b>3.8</b> |
| Noroeste         | 277.5          | 270.4          | 281.8          | 318.4          | 332.2          | 364.0          | 373.3          | 383.6          | 393.8          | 404.0          | 412.6          | 4.0        |
| Noreste          | 621.1          | 644.7          | 661.7          | 704.7          | 719.1          | 729.1          | 748.8          | 768.9          | 787.7          | 809.5          | 831.2          | 3.0        |
| Centro-Occidente | 994.6          | 756.9          | 771.7          | 943.8          | 939.3          | 962.1          | 986.8          | 1013.7         | 1039.6         | 1067.0         | 1093.4         | 1.0        |
| Centro           | 1150.2         | 1126.1         | 1143.8         | 1315.9         | 1449.3         | 1581.6         | 1622.8         | 1665.9         | 1712.7         | 1754.2         | 1796.9         | 4.6        |
| Sur-Sureste      | 133.1          | 185.6          | 183.5          | 394.1          | 400.6          | 407.2          | 417.3          | 426.9          | 438.4          | 448.2          | 458.2          | 13.2       |

Fuente: IMP con base en información de empresas privadas, SE, Pemex y Sener.

**Cuadro 46**  
**Demanda de diesel del sector industrial por región, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

| Región           | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | tmca       |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| <b>Total</b>     | <b>25.1</b> | <b>24.1</b> | <b>25.2</b> | <b>26.5</b> | <b>28.0</b> | <b>29.5</b> | <b>31.2</b> | <b>33.0</b> | <b>34.9</b> | <b>37.0</b> | <b>39.0</b> | <b>4.5</b> |
| Noroeste         | 3.7         | 3.7         | 3.9         | 4.1         | 4.3         | 4.5         | 4.8         | 5.1         | 5.4         | 5.8         | 6.1         | 5.0        |
| Noreste          | 7.1         | 6.0         | 6.3         | 6.6         | 7.0         | 7.4         | 7.8         | 8.2         | 8.7         | 9.2         | 9.7         | 3.2        |
| Centro-Occidente | 5.2         | 5.8         | 6.1         | 6.4         | 6.8         | 7.2         | 7.6         | 8.0         | 8.5         | 9.1         | 9.6         | 6.4        |
| Centro           | 6.0         | 6.7         | 7.0         | 7.3         | 7.7         | 8.1         | 8.5         | 9.0         | 9.5         | 10.0        | 10.5        | 5.8        |
| Sur-Sureste      | 3.1         | 1.9         | 2.0         | 2.1         | 2.2         | 2.3         | 2.5         | 2.6         | 2.8         | 2.9         | 3.1         | -0.2       |

Fuente: IMP con base en información de empresas privadas, Pemex y Sener.

Asimismo, se prevé que el uso del combustóleo en la región Centro-Occidente presente una tmca negativa de 7.5%, en virtud de que varias empresas del corredor industrial de la zona han hecho modificaciones en sus procesos y han adquirido nueva tecnología<sup>14</sup> para usar gas natural. Cabe destacar que en esa región, tanto el coque de petróleo como el diesel registrarán una tmca de 1.0% y 6.4% respectivamente, lo cual implica un mayor impulso al uso de estos energéticos en muchas industrias.

<sup>14</sup> De acuerdo con el IMP, en algunas plantas se está probando una "tecnología de saneamiento de ozono", que es un procedimiento de limpieza que permite generar menos contaminantes, hace más eficiente la producción y puede reducir el consumo del energético que se esté utilizando en el proceso.

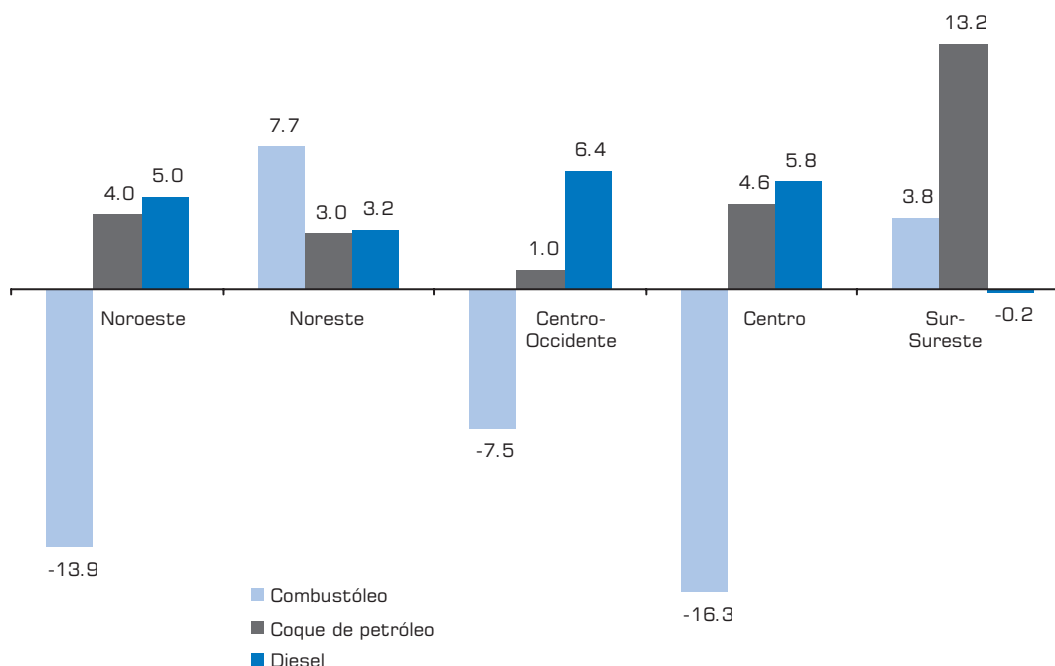
Por su parte, en la región Noroeste se pronostica que el combustóleo presentará una tmca negativa de 13.9%, esto porque varias empresas de la región utilizan en sus procesos una mayor cantidad de gas natural que combustóleo, además de que entrarán en operación las regasificadoras de GNL en Ensenada en 2008, con la cual se planea abastecer a algunas industrias de la zona.

Cabe señalar que en lo referente al coque de petróleo y al diesel, en la región Noroeste se pronostica habrá un crecimiento de 4.0% y de 5.0% anual, respectivamente, por lo que estos combustibles permanecerán en los procesos de algunas industrias.

En lo que respecta al consumo de combustibles en la región Noreste, se estima un incremento en el combustóleo de 7.7% anual, en el coque de petróleo de 3.0% y de 3.2% para el diesel, como consecuencia de que algunas empresas están reconsiderando la opción de usar esos combustibles como una alternativa para hacer frente a la volatilidad de los precios del gas natural.

En la región Sur-Sureste, el crecimiento estimado de combustóleo para los próximos 10 años será de 3.8%. No obstante, para el coque de petróleo el incremento esperado será de 13.2%, mientras que para el diesel, el pronóstico lo ubica en una tasa negativa de 0.2%.

**Gráfica 47**  
**Crecimiento del combustóleo, coque de petróleo y diesel**  
**en el sector industrial por región, 2005-2015**



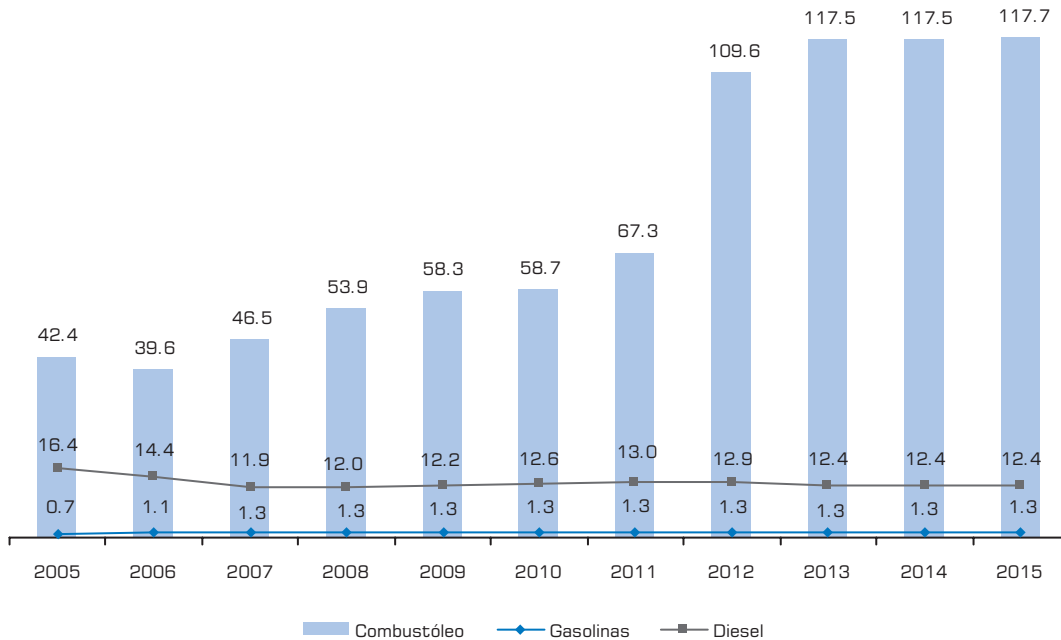
Fuente: IMP con base en información de empresas privadas, Pemex y Sener.

#### 4.2.4 Sector petrolero

El consumo de petrolíferos por parte del sector petrolero se orienta principalmente al combustóleo, diesel y gasolinas. En cuanto al combustóleo, se estima que su demanda se incrementará de 46.5 mbd en 2007 a 117.7 mbd en 2015 debido a un mayor uso como combustible en los procesos de refinación.



**Gráfica 48**  
**Autoconsumo de petrolíferos del sector petrolero, 2005-2015**  
 (miles de barriles diarios)



Fuente: IMP, con información de Pemex.

Por su parte, se estima que el diesel mantendrá un consumo estable en PEP, PGPB y PPQ en el horizonte de la proyección.

En lo relativo a la demanda estimada de las gasolinas automotrices por subsidiaria, PEP se mantendrá como el principal consumidor hacia 2015, seguido de PGPB, el Corporativo y PPQ.

### 4.3 Comercio exterior de petrolíferos, 2006-2015

Con base a la oferta y demanda de cada petrolífero ya analizado, se espera el siguiente comportamiento en su balanza comercial.

En el caso del combustóleo se prevé un equilibrio entre oferta y demanda hasta 2011 para, posteriormente, recurrir a las importaciones para cubrir la demanda interna (véase cuadro 47).

Por su parte, el coque de petróleo presentará un saldo deficitario, de 2006 a 2011, debido a que se está intensificando su uso en las industrias. Por ello, Pemex planea instalar nuevas coquizadoras a fin de que, a partir de 2012, se cuente con una mayor capacidad en las refinerías del país (véase cuadro 48).

**Cuadro 47**  
**Balance nacional de combustóleo, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                            | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca        |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>Origen</b>                       | <b>377.2</b> | <b>329.4</b> | <b>385.6</b> | <b>392.3</b> | <b>401.1</b> | <b>402.1</b> | <b>341.5</b> | <b>364.0</b> | <b>358.4</b> | <b>335.0</b> | <b>306.9</b> | <b>-2.0</b> |
| Producción                          | 350.8        | 329.4        | 376.0        | 392.3        | 401.1        | 402.1        | 341.5        | 300.4        | 263.7        | 265.7        | 267.2        | -2.7        |
| Cadereyta                           | 21.2         | 21.6         | 33.9         | 39.5         | 37.4         | 37.7         | 37.4         | 34.8         | 34.0         | 36.3         | 37.5         | 5.9         |
| Madero                              | 19.5         | 16.3         | 12.1         | 17.2         | 30.3         | 29.0         | 29.4         | 29.5         | 29.4         | 29.4         | 29.4         | 4.2         |
| Tula                                | 86.9         | 80.2         | 61.4         | 69.3         | 78.5         | 80.7         | 20.0         | 20.0         | 20.0         | 20.0         | 20.0         | -13.7       |
| Salamanca                           | 48.4         | 44.9         | 56.9         | 55.4         | 57.8         | 57.9         | 57.8         | 57.9         | 21.0         | 20.8         | 20.7         | -8.1        |
| Minatitlán                          | 75.5         | 67.6         | 93.2         | 78.0         | 60.7         | 59.4         | 60.6         | 64.4         | 64.4         | 64.4         | 64.6         | -1.6        |
| Nueva capacidad                     | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 38.5         | 39.7         | 39.6         | 39.7         | 0.0         |
| Salina Cruz                         | 99.2         | 99.0         | 118.5        | 132.8        | 136.3        | 137.5        | 136.3        | 55.3         | 55.3         | 55.2         | 55.3         | -5.7        |
| Importación                         | 26.4         | 0.0          | 9.6          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 63.6         | 94.7         | 69.3         | 39.6         | 4.1         |
| <b>Destino</b>                      | <b>383.9</b> | <b>329.4</b> | <b>385.6</b> | <b>392.3</b> | <b>401.1</b> | <b>402.1</b> | <b>341.5</b> | <b>364.0</b> | <b>358.4</b> | <b>335.0</b> | <b>306.9</b> | <b>-2.2</b> |
| Demanda interna                     | 383.1        | 317.7        | 385.6        | 373.6        | 363.8        | 334.4        | 336.3        | 364.0        | 358.4        | 335.0        | 306.9        | -2.2        |
| Sector transporte                   | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | 1.5          | -           |
| Sector eléctrico                    | 278.4        | 219.4        | 280.8        | 270.6        | 257.0        | 229.6        | 223.5        | 208.8        | 196.7        | 173.9        | 149.2        | -6.0        |
| Generación pública de electricidad  | 267.5        | 208.2        | 269.5        | 259.3        | 245.8        | 218.3        | 212.3        | 197.6        | 185.4        | 162.7        | 138.0        | -6.4        |
| Autogeneración de energía eléctrica | 10.9         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 11.3         | 0.3         |
| Sector industrial                   | 60.7         | 57.1         | 56.8         | 47.6         | 46.9         | 44.6         | 43.9         | 44.0         | 42.6         | 42.0         | 38.4         | -4.5        |
| Sector petrolero                    | 42.4         | 39.6         | 46.5         | 53.9         | 58.3         | 58.7         | 67.3         | 109.6        | 117.5        | 117.5        | 117.7        | 10.7        |
| Exportación                         | 0.8          | 11.8         | -            | 18.6         | 37.3         | 67.7         | 5.2          | -            | -            | -            | -            | -           |
| Variación de inventarios            | -6.6         | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -           |

n.a.:no aplica.

Fuente: IMP, con información de CFE, CRE, Pemex y Sener.



**Cuadro 48**  
**Balance nacional de coque de petróleo, 2005-2015**  
**(miles de toneladas anuales)**

| Concepto                            | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | tmca       |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>Origen</b>                       | <b>3,820.1</b> | <b>3,903.0</b> | <b>3,961.9</b> | <b>4,596.3</b> | <b>4,759.9</b> | <b>4,963.5</b> | <b>5,068.4</b> | <b>8,596.5</b> | <b>9,299.3</b> | <b>9,414.9</b> | <b>9,455.9</b> | <b>9.5</b> |
| Producción                          | 1,523.0        | 1,622.3        | 1,613.4        | 2,216.8        | 2,980.2        | 2,964.2        | 4,003.8        | 8,596.5        | 9,299.3        | 9,414.9        | 9,455.9        | 20.0       |
| Cadereyta                           | 754.1          | 749.2          | 673.5          | 682.4          | 856.5          | 857.2          | 852.6          | 866.5          | 861.1          | 859.2          | 857.4          | 1.3        |
| Madero                              | 768.9          | 873.2          | 935.7          | 941.8          | 949.7          | 934.8          | 950.2          | 952.8          | 950.2          | 950.1          | 950.2          | 2.1        |
| Tula                                | -              | -              | 2.1            | 2.1            | 2.1            | 2.1            | 1,029.2        | 1,013.4        | 1,004.7        | 1,002.9        | 1,030.5        | -          |
| Salamanca                           | -              | -              | 2.0            | 2.0            | 2.0            | 2.0            | 2.0            | 3.1            | 852.6          | 852.6          | 859.4          | -          |
| Minatitlán                          | -              | -              | -              | 588.5          | 1,169.9        | 1,168.1        | 1,169.7        | 1,175.1        | 1,171.8        | 1,171.8        | 1,171.8        | -          |
| Nueva capacidad                     | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 2,720.2        | 2,598.5        | 2,723.1        | 2,725.9        | -          |
| Salina Cruz                         | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 1,865.4        | 1,860.3        | 1,855.1        | 1,860.6        | -          |
| Importación*                        | 297.1          | 2,280.7        | 2,348.5        | 2,379.5        | 1,779.8        | 1,999.3        | 1,064.6        | -              | -              | -              | -              | -          |
| <b>Destino</b>                      | <b>4,182.6</b> | <b>3,903.0</b> | <b>3,961.9</b> | <b>4,596.3</b> | <b>4,759.9</b> | <b>4,963.5</b> | <b>5,068.4</b> | <b>8,596.5</b> | <b>9,299.3</b> | <b>9,414.9</b> | <b>9,455.9</b> | <b>8.5</b> |
| Demanda interna                     | 4,035.8        | 3,903.0        | 3,961.9        | 4,596.3        | 4,759.9        | 4,963.5        | 5,068.4        | 5,830.5        | 5,943.6        | 6,054.2        | 6,163.6        | 4.3        |
| Sector eléctrico                    | 859.3          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 1,571.3        | 1,571.3        | 1,571.3        | 1,571.3        | 6.2        |
| Generación pública de electricidad  | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -          |
| Autogeneración de energía eléctrica | 859.3          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 919.4          | 1,571.3        | 1,571.3        | 1,571.3        | 1,571.3        | 6.2        |
| Sector industrial                   | 3,176.4        | 2,983.6        | 3,042.5        | 3,676.9        | 3,840.5        | 4,044.1        | 4,149.0        | 4,259.2        | 4,372.2        | 4,482.8        | 4,592.3        | 3.8        |
| Cemento hidráulico                  | 2,732.8        | 2,636.9        | 2,689.2        | 3,316.6        | 3,472.3        | 3,667.1        | 3,761.6        | 3,860.8        | 3,963.9        | 4,061.6        | 4,158.3        | 4.3        |
| Industria de metales básicos        | 116.4          | 122.5          | 123.7          | 124.9          | 126.3          | 127.6          | 129.0          | 130.5          | 131.9          | 133.4          | 134.9          | 1.5        |
| Química, hule y plásticos           | 195.2          | 169.4          | 172.7          | 176.1          | 180.2          | 184.7          | 190.1          | 195.8          | 201.1          | 208.9          | 216.5          | 1.0        |
| Maquinaria y aparatos eléctricos    | 62.5           | 12.3           | 12.8           | 13.3           | 13.9           | 14.6           | 15.4           | 16.2           | 17.0           | 17.8           | 18.6           | -11.4      |
| Vidrio                              | 21.2           | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -          |
| Resto de la industria               | 48.3           | 42.5           | 44.1           | 45.9           | 47.9           | 50.2           | 53.0           | 55.9           | 58.4           | 61.2           | 63.9           | 2.8        |
| Exportación                         | 146.9          | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 2,766.0        | 3,355.7        | 3,360.7        | 3,292.3        | 36.5       |
| Variación de inventarios            | -362.6         | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -          |

\* Incluye Pemex y particulares.

n.a.: no aplica.

Fuente: IMP, con información de empresas particulares, Pemex, SE y Sener.

En el caso del diesel, se pronostica que el país será importador de 2006 a 2011. Sin embargo, se espera que comience a ser autosuficiente para satisfacer la demanda interna a partir de 2012, con lo cual se tendrá un saldo superavitario de 44.6 mbd.

**Cuadro 49**  
**Balance nacional de diesel, 2005-2015**  
(miles de barriles diarios)

| Concepto  | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Origen</b>                                   | <b>343.0</b> | <b>360.9</b> | <b>365.1</b> | <b>385.1</b> | <b>391.1</b> | <b>404.7</b> | <b>417.4</b> | <b>476.1</b> | <b>481.7</b> | <b>485.6</b> | <b>484.0</b> | <b>3.5</b> |
| Producción                                      | 318.2        | 327.7        | 356.8        | 385.1        | 373.5        | 373.8        | 380.6        | 476.1        | 481.7        | 485.6        | 484.0        | 4.3        |
| Cadereyta                                       | 69.1         | 73.4         | 59.1         | 64.8         | 66.3         | 66.4         | 66.1         | 64.5         | 64.5         | 65.7         | 66.3         | -0.4       |
| Madero  | 42.9         | 44.8         | 42.7         | 42.6         | 31.3         | 31.3         | 31.2         | 31.1         | 31.2         | 31.2         | 31.2         | -3.1       |
| Tula  | 59.0         | 58.0         | 81.2         | 81.7         | 71.4         | 71.5         | 79.0         | 80.7         | 77.6         | 79.2         | 79.3         | 3.0        |
| Salamanca                                       | 42.1         | 46.9         | 47.2         | 47.6         | 46.2         | 46.2         | 46.1         | 46.0         | 55.3         | 55.3         | 55.4         | 2.8        |
| Minatitlán                                      | 39.2         | 39.7         | 51.3         | 71.6         | 81.3         | 81.4         | 81.3         | 81.3         | 81.3         | 81.3         | 81.3         | 7.6        |
| Nueva capacidad                                 | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 80.0         | 78.8         | 80.3         | 79.9         | -          |
| Salina Cruz                                     | 65.9         | 64.9         | 75.3         | 76.8         | 77.0         | 76.9         | 77.0         | 92.4         | 93.0         | 92.4         | 90.7         | 3.2        |
| Importación <sup>1</sup>                        | 24.8         | 33.2         | 8.3          | -            | 17.6         | 31.0         | 36.8         | -            | -            | -            | -            | -          |
| <b>Destino</b>                                  | <b>337.4</b> | <b>360.9</b> | <b>365.1</b> | <b>385.1</b> | <b>391.1</b> | <b>404.7</b> | <b>417.4</b> | <b>476.1</b> | <b>481.7</b> | <b>485.6</b> | <b>484.0</b> | <b>3.7</b> |
| Demanda interna                                 | 336.5        | 360.9        | 365.1        | 377.9        | 391.1        | 404.7        | 417.4        | 431.5        | 446.7        | 462.9        | 481.6        | 3.6        |
| Sector industrial <sup>2</sup>                  | 25.1         | 24.1         | 25.2         | 26.5         | 28.0         | 29.5         | 31.2         | 33.0         | 34.9         | 37.0         | 39.0         | 4.5        |
| Sector petrolero                                | 16.4         | 14.4         | 11.9         | 12.0         | 12.2         | 12.6         | 13.0         | 12.9         | 12.4         | 12.4         | 12.4         | -2.8       |
| Sector transporte                               | 288.1        | 315.6        | 326.0        | 336.8        | 348.2        | 360.2        | 370.9        | 382.8        | 396.2        | 411.0        | 427.4        | 4.0        |
| Sector eléctrico                                | 6.9          | 6.7          | 2.1          | 2.6          | 2.7          | 2.4          | 2.3          | 2.8          | 3.2          | 2.6          | 2.8          | -8.4       |
| Generación pública de electricidad (CFE y LyFC) | 5.8          | 5.8          | 1.2          | 1.6          | 1.8          | 1.4          | 1.4          | 1.9          | 2.3          | 1.7          | 1.9          | -10.4      |
| Generación por particulares de electricidad     | 1.1          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | -1.7       |
| Productores independientes de electricidad      | 0.2          | -            | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | -30.7      |
| Autogeneración de energía eléctrica             | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.9          | 0.6        |
| Exportación                                     | 0.8          | -            | -            | 7.2          | -            | -            | -            | 44.6         | 35.1         | 22.7         | 2.4          | 11.3       |
| Variación de inventarios                        | 5.6          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -          |

n.a.: no aplica.

<sup>1</sup> Incluye maquila.

Fuente: IMP, con información de CRE, CFE, Pemex y Sener.



En el caso de las gasolinas, aún con el incremento esperado en la capacidad, se mantendrán las importaciones ante la creciente demanda de vehículos que se pronostica en el horizonte de proyección.

**Cuadro 50**  
**Balance nacional de gasolinas, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                 | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | tmca       |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Origen</b>            | <b>671.2</b> | <b>719.0</b> | <b>738.8</b> | <b>760.5</b> | <b>784.4</b> | <b>810.7</b> | <b>841.8</b> | <b>874.8</b> | <b>910.1</b> | <b>947.6</b> | <b>987.8</b> | <b>3.9</b> |
| Producción               | 439.5        | 449.5        | 492.8        | 541.6        | 575.1        | 573.8        | 625.7        | 757.7        | 790.5        | 793.2        | 796.5        | 6.1        |
| Cadereyta                | 73.2         | 79.4         | 88.0         | 99.6         | 106.9        | 107.0        | 106.7        | 104.3        | 103.9        | 106.0        | 106.9        | 3.9        |
| Madero                   | 57.3         | 58.6         | 65.1         | 69.3         | 73.5         | 73.5         | 73.5         | 73.5         | 73.5         | 73.5         | 73.5         | 2.5        |
| Tula                     | 103.8        | 99.7         | 107.9        | 111.5        | 112.8        | 111.9        | 162.3        | 163.6        | 163.2        | 160.5        | 161.1        | 4.5        |
| Salamanca                | 63.6         | 66.4         | 63.3         | 63.9         | 63.1         | 63.1         | 63.2         | 63.1         | 93.8         | 94.1         | 94.1         | 4.0        |
| Minatitlán               | 45.5         | 50.2         | 56.9         | 85.1         | 110.4        | 109.8        | 111.6        | 107.0        | 107.2        | 107.6        | 109.6        | 9.2        |
| Nueva capacidad          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 0.0          | 106.7        | 110.7        | 113.5        | 112.9        | 0.0        |
| Salina Cruz              | 96.0         | 95.2         | 111.6        | 112.2        | 108.4        | 108.4        | 108.4        | 139.5        | 138.2        | 138.1        | 138.3        | 3.7        |
| Importación              | 231.8        | 269.5        | 246.0        | 218.9        | 209.2        | 236.9        | 216.0        | 117.2        | 119.5        | 154.4        | 191.3        | -1.9       |
| <b>Destino</b>           | <b>672.7</b> | <b>719.0</b> | <b>738.8</b> | <b>760.5</b> | <b>784.4</b> | <b>810.7</b> | <b>841.8</b> | <b>874.8</b> | <b>910.1</b> | <b>947.6</b> | <b>987.8</b> | <b>3.9</b> |
| Demanda interna          | 672.1        | 719.0        | 738.8        | 760.5        | 784.4        | 810.7        | 841.8        | 874.8        | 910.1        | 947.6        | 987.8        | 3.9        |
| Sector transporte        | 671.5        | 717.8        | 737.5        | 759.2        | 783.1        | 809.4        | 840.5        | 873.6        | 908.8        | 946.4        | 986.5        | 3.9        |
| Sector petrolero         | 0.7          | 1.1          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 1.3          | 6.8        |
| Exportación              | 0.6          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.0        |
| Variación de inventarios | -1.4         | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -          |

n.a.: no aplica.

Fuente: IMP, con información de Pemex y Sener.

En lo relacionado con la turbosina, se espera un déficit de 32.2 mbd para el 2015, toda vez que con la incursión de las nuevas líneas aéreas, se espera un mayor número de vuelos. Asimismo, un incremento de 5.0% anual en el transporte de carga aéreo (véase cuadro 51).

**Cuadro 51**  
**Balance nacional de turbosina<sup>1</sup>, 2005-2015**  
**(miles de barriles diarios)**

| Concepto                 | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015         | tmca       |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| <b>Origen</b>            | <b>63.8</b> | <b>67.4</b> | <b>65.4</b> | <b>70.9</b> | <b>75.0</b> | <b>79.6</b> | <b>83.8</b> | <b>88.0</b> | <b>92.8</b> | <b>97.5</b> | <b>102.2</b> | <b>4.8</b> |
| Producción               | 63.3        | 67.4        | 64.5        | 64.5        | 64.5        | 64.5        | 64.5        | 68.3        | 71.1        | 68.9        | 70.1         | 1.0        |
| Cadereyta                | 4.5         | 4.3         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0         | 5.0          | 1.1        |
| Madero                   | 7.1         | 8.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5         | 6.5          | -0.8       |
| Tula                     | 22.5        | 23.4        | 24.0        | 24.0        | 24.0        | 24.0        | 24.0        | 24.0        | 27.3        | 24.0        | 24.0         | 0.7        |
| Salamanca                | 12.2        | 12.2        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0        | 11.0         | -1.0       |
| Minatitlán               | 2.8         | 3.3         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0         | 3.0          | 0.9        |
| Nueva capacidad          | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 1.3         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0        |
| Salina Cruz              | 14.4        | 15.7        | 15.0        | 15.0        | 15.0        | 15.0        | 15.0        | 17.5        | 18.3        | 19.4        | 20.6         | 3.7        |
| Importación              | 0.4         | 0.0         | 0.9         | 6.4         | 10.5        | 15.1        | 19.3        | 19.7        | 21.7        | 28.6        | 32.2         | 53.6       |
| <b>Destino</b>           | <b>66.1</b> | <b>67.4</b> | <b>65.4</b> | <b>70.9</b> | <b>75.0</b> | <b>79.6</b> | <b>83.8</b> | <b>88.0</b> | <b>92.8</b> | <b>97.5</b> | <b>102.2</b> | <b>4.4</b> |
| Demanda interna          | 59.2        | 61.2        | 65.4        | 70.9        | 75.0        | 79.6        | 83.8        | 88.0        | 92.8        | 97.5        | 102.2        | 5.6        |
| Sector transporte        | 59.2        | 61.2        | 65.4        | 70.9        | 75.0        | 79.6        | 83.8        | 88.0        | 92.8        | 97.5        | 102.2        | 5.6        |
| Sector petrolero         | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -            | -          |
| Exportación              | 6.9         | 6.2         | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -            | n.a        |
| Variación de inventarios | -2.4        | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -            | -          |

n.a.: no aplica.

<sup>1</sup> Incluye gasavión.

Fuente: IMP, con información de ASA, DGAC, Pemex y Sener.

## 4.4 Tendencias tecnológicas del autotransporte

Los programas de calidad de combustibles y la ejecución de los proyectos programados por Pemex Refinación, serán fundamentales para poder impulsar en nuestro país la entrada de futuras tecnologías vehiculares, tanto en motores que requieran de gasolinas de bajo contenido de azufre, como en los vehículos híbridos que también requieran gasolinas.

En el caso del diesel, las nuevas tendencias tecnológicas de la industria automotriz requieren de la disponibilidad de un combustible cuyas características le permitan al motor un desempeño óptimo. En este sentido, resultan importantes las acciones e inversiones que PR realice a fin de apoyar la incorporación paulatina de estas nuevas generaciones de vehículos.

### 4.4.1 Desarrollo del parque vehicular

El crecimiento del parque vehicular es uno de los aspectos donde se centra una importante atención por parte de PR, a fin de realizar programas e inversiones que permitan ampliar la oferta de combustibles y satisfacer, eficientemente, su creciente demanda. Ante esto, se hace un análisis en el que se presenta cuál será la evolución esperada del parque vehicular por tipo de combustible.

Durante el periodo 2006-2015, la industria automotriz en nuestro país dará inicio a un cambio tecnológico del vehículo convencional hacia otro más avanzado en el que se optimizan de manera integrada la eficiencia y emisiones al medio ambiente.

En el caso de los vehículos a gasolina dará inicio en forma paulatina, un cambio tecnológico que le permita alcanzar mayores eficiencias ante la disponibilidad de un combustible más limpio, por lo que estos automotores seguirán manteniendo la mayor proporción respecto a los automóviles propulsados por una fuente de energía distinta a ésta. Así, para 2015,



se estima que el parque a gasolina crezca a una tmca de 5.5% al pasar de 17,030.6 miles de unidades en 2005 a 29,007.6 miles de unidades en 2015.<sup>15</sup>

La región donde se concentrará el mayor parque vehicular a gasolinas será la Centro, la cual participará con 32.8% del total. La Centro-Occidente mantendrá el segundo lugar en concentración vehicular (24.5%). La Sur-Sureste será la de menor participación al registrar 10.2%.

Actualmente, del total del parque vehicular, 43% aproximadamente corresponde a vehículos con más de 10 años de antigüedad, por lo que esta porción de vehículos no reflejará el mismo beneficio ambiental comparado con la nueva generación de vehículos que utilizarán combustibles de UBA.

En lo que a vehículos a diesel se refiere, su expectativa de crecimiento se basa en una mayor eficiencia térmica que resulta en una menor demanda de combustible y, en consecuencia, en una menor emisión de CO<sub>2</sub>.

Sobre el particular, es importante mencionar aspectos de índole ambiental y económico que promueven el desarrollo tecnológico de automotores a diesel en el autotransporte, toda vez que las principales diferencias entre el motor a gasolina y a diesel son: el motor a gasolina introduce una mezcla de gas y aire, lo comprime y lo enciende mediante una chispa, mientras que el motor de diesel introduce únicamente aire, lo comprime y, posteriormente, inyecta el combustible en el aire comprimido, el calor del aire comprimido produce la combustión espontánea del combustible. Es decir, el motor a diesel es más eficiente que el de gasolina, por lo que su compresión puede ser mucho más alta y por lo tanto se genera más potencia.

Se estima que estos automotores tendrán una tmca de 6.1, al pasar de 633.7 miles de unidades en 2005 a 1,142.0 miles de unidades en 2015. Este comportamiento será atribuido, fundamentalmente, a los programas de expansión de ventas de automotores a diesel a los proyectos de renovación del parque vehicular para el transporte de carga y a la renovación de flotas vehiculares por parte de empresas productoras de bienes y servicios en los próximos 10 años.

En el caso de los automotores impulsados por gas LP y GNC se considera que 2015 alcanzarán una magnitud de 367.5 y 19.4 miles de unidades respectivamente. Así,

durante el periodo de análisis, el total del parque vehicular pasará de 18,000.5 a 30,536.5 miles de unidades.

Al concluir el periodo, 95.0% de vehículos serán impulsados por gasolinas, 3.7% por diesel y el porcentaje restante fundamentalmente por gas LP. El GNC seguirá manteniendo una participación prácticamente nula.

#### 4.4.2 Tecnología de motores a diesel

La tecnología automotriz a diesel se caracteriza por su rápida aceptación en los últimos años en diferentes países. Por ejemplo, en Europa 50% del parque vehicular de autos es impulsado con motor a diesel. Situación contraria es la que se presenta en nuestro país, en donde la introducción de esta tecnología ha sido lenta. Es decir, se considera la existencia de una brecha de 10 años de diferencia en el tiempo en el cual incursionó en Europa<sup>16</sup>.

Sin embargo, México podría alcanzar dicho porcentaje para la próxima década, bajo la óptica de que gradualmente se irán introduciendo más modelos de autos a diesel a nivel nacional, sobre todo por la entrada de la NOM 086 que permitirá la disponibilidad de diesel UBA en nuestro país.

Además, se debe considerar que armadoras estadounidenses y asiáticas prevén producir vehículos a diesel para nuestro país, estimándose un volumen anual, a partir del 2015, de 200,000 automóviles a diesel, lo cual significaría un incremento en las ventas de estos automotores<sup>17</sup>.

Respecto a las emisiones producidas por los vehículos, el diesel (micropartículas, óxidos de nitrógenos e hidrocarburos tóxicos) mantiene un papel importante en la reglamentación para buscar lograr reducir la emisión de dichas partículas.

A diferencia de lo que se piensa, las emisiones de partículas procedentes del motor diesel moderno son muy bajas por lo que las emisiones de dióxido de carbono son entre 15% y 20% inferiores a las de la gasolina.

A su vez, los automovilistas nacionales que se incorporarán a esta tecnología motriz a diesel, reducirían sus costos de transportación 50%, como resultado del 30% en mayor rendimiento en el kilometraje recorrido y alrededor de 20% de ahorro por el precio del diesel con respecto a la gasolina.

<sup>15</sup> IMP con base en información de Melgar de México. Los datos presentados en esta prospectiva resultan inferiores a los citados en la Prospektiva 2005-2014 debido a que la información utilizada en el presente estudio toma en consideración aspectos tales como la disminución del parque vehicular, entrada de unidades ilegales entre otros.

<sup>16</sup> Visconti Charles, *Los automóviles con motor a diesel presentan la mejor alternativa para México*, presidente de Robert Bosch México, México D.F., septiembre de 2006.

<sup>17</sup> Ibidem.

La estrategia básica que han tomado los gobiernos es mejorar la calidad de los combustibles, produciendo un diesel con menos contenido de azufre. Por el lado de los fabricantes de unidades consumidoras de este energético, han realizado mejoras a los motores y sistemas avanzados de tratamiento ulterior.

Cabe mencionar que para el caso del D.F. se ha propuesto una serie de medidas para fomentar la calidad de aire, y se refieren a las manejadas por el Programa para mejorar la calidad del aire en la ZMVM 2002-2010<sup>18</sup>, con la finalidad de promover combustibles alternos y diesel de UBA en el transporte de pasajeros.

Entre los objetivos de este programa resaltan: disminuir los niveles de contaminación, garantizar el flujo eficiente y seguro de personas y el establecimiento de corredores de transporte. Este último consiste en el reordenamiento del transporte público, ya que contiene la mayor demanda de viajes en la ZMVM, aunado a que es la modalidad de transporte más accesible y eficaz en términos de costos, más eficiente en función del espacio y más amigable en cuanto al medio ambiente<sup>19</sup>.

#### 4.4.3 Tecnología híbrida

El aspecto técnico de mayor importancia de la tecnología híbrida se caracteriza por contar con un motor de asistencia integrado (eléctrico) y uno de combustión interna (gasolina), cuya fortaleza se sustenta, principalmente, en un ahorro sustancial en el consumo de gasolina ya que comparados con los vehículos tradicionales, los híbridos tienen un menor consumo de la misma. Asimismo, maximiza su eficiencia en el consumo de combustible y representa una opción de transporte de bajo impacto ambiental al minimizar la generación de contaminantes, como el monóxido de carbono, en relación con vehículos a gasolina y diesel.

El desarrollo tecnológico de este auto permite a los dos motores interactuar de manera separada o conjuntamente, según las condiciones del manejo<sup>20</sup>. De acuerdo a su costo,

complejidad y eficiencia se han desarrollado diferentes clasificaciones<sup>21</sup> como son: híbridos *stop-start*, híbridos ligeros, híbridos puros e híbrido *plug-in*.

Una de las características más relevantes del vehículo híbrido, es el notable ahorro de combustible que se logra al operar de forma alterna, los motores de propulsión. La eficiencia general (tanque a rueda) que tiene un vehículo de gasolina es de 13% aproximadamente, en tanto que la registrada en un vehículo híbrido es de 27% en promedio (véase diagrama 3).

Se considera que el rendimiento de combustible de este tipo de vehículos es tres veces mayor al de los convencionales. Los más recientes vehículos introducidos en nuestro país tienen un rendimiento de entre 21<sup>22</sup> y 24 kilómetros por litro de gasolina.

La tecnología híbrida, al consumir menos combustible, conlleva a una reducción de gases de efecto invernadero y, consecuentemente, una menor repercusión sobre el calentamiento global, por lo que una de sus ventajas es la aportación a la preservación del medio ambiente, lo que lo convierte en un vehículo de visión futura. Una de las metas por parte de las autoridades ambientales en México, es impulsar a corto plazo, la incorporación de este tipo de vehículos, tanto de uso privado como público, que permitan reducir o, en su caso, tener cero emisiones.

La reducción de contaminantes de un vehículo híbrido en comparación con los motores de autos convencionales, es la disminución de monóxido de carbono en 74.5%, 98.6% los hidrocarburos y 15.6% los óxidos de nitrógeno.

Para ejemplificar este aspecto de emisiones, en cuanto a monóxido de carbono, el límite actual es de 3.4 gramos por kilómetro, mientras que los vehículos híbridos emiten un gramo por kilómetro<sup>23</sup>.

Es importante mencionar que este tipo de vehículos tienen en el mercado precios superiores en relación a los automóviles convencionales (motor de combustión interna), pero conllevan, a su vez, un importante ahorro de combustible. En este sentido, el tiempo de maduración para lograr economías de escala crecientes por parte de los fabricantes, será un factor decisivo para que los precios de venta de estos vehículos permitan, en el futuro, un mayor uso de los mismos.

<sup>18</sup> Programa para mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana del Valle de México, 2002-2010". GDF.

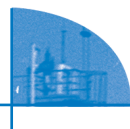
<sup>19</sup> Dentro de los beneficios que maneja el GDF se mencionan además: renovar el parque vehicular, mejorar las condiciones de operación y prestación del servicio y la fluidez del tránsito vehicular, dando prioridad al transporte público, a efecto de mejorar la calidad, así como la regularidad, seguridad y eficiencia del servicio.

<sup>20</sup> El motor de combustión interna de alto rendimiento genera la potencia para mantener una velocidad constante, mientras el motor eléctrico la incrementa en el arranque y la aceleración, maniobras que consumen más combustible. Durante la conducción normal, el frenado regenerativo recupera la energía que normalmente se pierde al aplicar los frenos.

<sup>21</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Combustibles y vehículos alternativos, octubre 2005.

<sup>22</sup> Notimex. Autos híbridos, sólo una tecnología de transición, miércoles 10 de mayo de 2006.

<sup>23</sup> Semarnat. Comunicado de Prensa Num. 014/ 06. 23-enero-2006.



**Diagrama 3**  
**Eficiencia general en vehículos**

|                                | Tanque a rueda<br>eficiencia de vehículo<br>(%) | Eficiencia general (%) |    |    |
|--------------------------------|---|------------------------|----|----|
|                                |   | 10                     | 20 | 30 |
| Gasolina                       | 16  |                        |    |    |
| Eléctrico                      | 80  |                        |    |    |
| Híbrido<br>(gasolina)          | 30  |                        |    |    |
| FCHV (hidrógeno<br>comprimido) | 48  |                        |    |    |

FCHV: Vehículos Híbridos de Celdas de Combustibles.  
Fuente: Conae. "Seminario Internacional de Innovación Tecnológica para la Eficiencia Energética en el Automóvil". Diciembre, 2002.

En la mayoría de los países de la Unión Europea, al igual que en muchos estados y ciudades de los Estados Unidos, estos vehículos cuentan con incentivos para su compra, tales como reducción de impuestos respecto a sus equivalentes con sistema de propulsión convencional. En México, se han establecido incentivos, de acuerdo a la Ley de Ingresos del Gobierno Federal, en donde se establece una cláusula que especifica que los automóviles híbridos no pagarán el ISAN y que el impuesto sobre tenencia será de menos de uno por ciento, a diferencia de los autos convencionales, y tendrán una extensión de seis años en la verificación<sup>24</sup>.

Pese a que en países como España, Reino Unido, Argentina, Chile, Estados Unidos y Japón ya se comercializa este tipo de autos, en México es reciente este tipo de tecnología para vehículos de carga ligera y de pasajeros. Sin embargo, se espera se comercialicen con grandes ventajas económicas

y ambientales. Un ejemplo de ello es que algunas instituciones ambientales esperan impulsar el uso de estos vehículos en la zona metropolitana del Estado de México y el Distrito Federal<sup>25</sup>.

De acuerdo a lo anterior, se estima que en nuestro país es necesario que pase más de una década para contar con un parque vehicular híbrido. Para lograr este propósito, es importante que, tanto las autoridades como la sociedad, perciban e impulsen de manera clara las ventajas tecnológicas de estos vehículos y sus limitantes.

La tecnología híbrida es una opción a las estrategias planteadas por las autoridades a fin de ayudar a revertir los efectos del cambio climático, no obstante, su incorporación masiva a nuestro país esta en función de varios aspectos:

<sup>24</sup> Asociación de Distribuidores de Automotores del estado de Jalisco, A.C. (AMDAJAL). *Llegan a México los Autos Híbridos*, México D. F., febrero de 2006.

<sup>25</sup> Semarnat. Comunicado de Prensa Num. 014/ 06. 23-enero-2006.

- Precios competitivos de las unidades híbridas que permitan un uso más generalizado.
- Un alza constante en los precios de los combustibles, principalmente gasolinas, lo cual incitaría al consumidor a la adquisición de este tipo de vehículos.
- Incentivos gubernamentales para adquisición.
- Renovación del parque vehicular.
- Regulación en la importación de autos.
- Promover una cultura ambientalista.
- Información y promoción sobre la misma.

Cabe señalar que las opciones tecnológicas limpias de vehículos (motores eléctricos, motores a diesel, a gas natural comprimido o híbridos) representan una opción atractiva en términos de ahorro de combustible, de su desempeño (eficiencia y rendimiento) y ambientales. No obstante, es necesario contar con la infraestructura necesaria y disponer de combustibles con las especificaciones requeridas para una comercialización masiva en nuestro país.

En este sentido, el uso de los vehículos a gasolina seguirá predominando, al menos los próximos 10 años, cuando la Tecnología TIER II empiece a introducirse en forma paulatina. En este contexto, la disponibilidad de gasolinas de UBA tendrá un papel relevante para la entrada de esta tecnología, en cuyo caso, las inversiones oportunas programadas por PR para incrementar la calidad y cantidad de las gasolinas, mantendrán un carácter decisivo para el logro de estos alcances tecnológicos.

# Programas de ahorro de energía

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), ha llevado a cabo, desde su creación en 1989, acciones enfocadas a aprovechar los potenciales de ahorro de energía, particularmente aquellos que se relacionan, directa o indirectamente, con el ahorro de combustibles provenientes de la refinación del petróleo en cuanto a su uso como energético y no como materia prima.

De acuerdo con el Balance nacional de energía, durante 2005, se consumieron 2,965.79 petajoules en petrolíferos, de los cuales 41.2% corresponde a gasolinas y naftas, 29.1% a combustóleo, 22.1% a diesel, 3.9% a querosenos, y 3.7% a coque de petróleo. Asimismo, el 96.9% del consumo de petrolíferos se concentró en los sectores transporte, con 60.7%, energético con 26.5% e industrial con 9.7% (véase cuadro 52).

Las principales acciones de ahorro de energía se han llevado a cabo en el sector transporte, instalaciones industriales (empresas paraestatales y privadas) y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética. El programa para el sector transporte toma en cuenta la importancia estratégica del mismo, ya que es el mayor consumidor de petrolíferos, con 1,801.6 petajoules, principalmente, a través del consumo de gasolina y diesel. Por su parte, el sector energético y las instalaciones industriales consumen prácticamente el cien por ciento del combustóleo que se utiliza en el país, que durante 2005, fue el segundo combustible con mayor participación dentro de los petrolíferos (29.1% del total). Finalmente, se presentan las NOM's de eficiencia energética, particularmente aquellas que se relacionan indirectamente con el ahorro de petrolíferos.

Es importante mencionar que, adicionalmente, existen otros programas que son instrumentados por diversos organismos públicos y privados. Sin embargo, estos no reportan sus acciones ni sus logros, lo que hace difícil cuantificar y reportar sus resultados en este documento.

**Cuadro 52**  
**Consumo nacional de petrolíferos por sector**  
**(petajoules)**

| Sector                           | Petrolífero  |                |              |              |              | Total por Sector |
|----------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
|                                  | Combustóleo  | Gasolinas      | Diesel       | Querosenos   | Coque        |                  |
| Transporte                       | 4.4          | 1,195.0        | 490.4        | 111.8        | -            | 1,801.6          |
| Energético                       | 719.6        | 28.1           | 35.9         | 2.6          | -            | 786.4            |
| Industrial                       | 138.8        | -              | 40.5         | 0.03         | 108.2        | 287.5            |
| Agropecuario                     | -            | -              | 85.4         | 0.04         | -            | 85.4             |
| Residencial, comercial y público | -            | -              | 3.5          | 1.5          | -            | 4.9              |
| <b>Total por petrolífero</b>     | <b>862.8</b> | <b>1,223.1</b> | <b>655.7</b> | <b>116.0</b> | <b>108.2</b> | <b>2,965.8</b>   |

Nota: Las cifras pueden variar en los totales debido al redondeo.

Fuente: Conae, con base en datos del Balance nacional de energía, Sener, 2005.

## 5.1 Sector Transporte

Las acciones de ahorro de energía en el sector transporte son muy importantes, debido a que es el sector con el mayor consumo de energía proveniente de productos petrolíferos

(1,801.6 petajoules), donde la gasolina y el diesel son los combustibles más utilizados respecto al consumo total del sector (66.3% y 27.2% respectivamente), ambos con tasas medias anuales de crecimiento positivas.

**Cuadro 53**  
**Consumo de petrolíferos en el sector transporte**

| Petrolífero  | Consumo 1995 (petajoules) | Consumo 2005 (petajoules) | Participación en 2005 | tmca 1995-2004 |
|--------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|
| Gasolinas    | 932.8                     | 1195.0                    | 66.3%                 | 2.5%           |
| Diesel       | 351.3                     | 490.4                     | 27.2%                 | 3.4%           |
| Querosenos   | 91.5                      | 111.8                     | 6.2%                  | 2.0%           |
| Combustóleo  | 1.4                       | 4.4                       | 0.2%                  | 12.1%          |
| <b>Total</b> | <b>1,377.0</b>            | <b>1,801.6</b>            | <b>100.0%</b>         | <b>2.7%</b>    |

Nota: Las cifras pueden variar en los totales debido al redondeo.

Fuente: Conae, con base en datos del Balance nacional de energía, Sener, 2005.

Dado el crecimiento en el consumo de gasolina y diesel que se ha registrado en los últimos años, como consecuencia del aumento en el parque vehicular, entre otros factores, se estima que en la misma proporción crezca la oportunidad para ahorrar energía en este sector. Este potencial de ahorro permitiría reducir significativamente la emisión de contaminantes en las ciudades, siempre y cuando sea aprovechada de manera óptima, sin embargo, debido al hecho de que el aprovechamiento de estos potenciales de ahorro, hacen necesario el poner en marcha un conjunto de acciones sistemáticas y ordenadas, sobre una compleja

diversidad de temas y actores, su aplicación resulta insuficiente.

Bajo esta premisa, se hace necesario continuar trabajando en temas relacionados con la mejora tecnológica de los equipos y sistemas de transporte, la producción de combustibles limpios, el desarrollo de infraestructura vial, la operación de servicios de transporte público más eficaces, el establecimiento de un marco normativo acorde con las necesidades del país, la planeación sobre los ordenamientos urbanos, así como en la



generación de un mercado de productos y servicios orientado a lograr una mayor eficiencia energética en el sector.

En virtud de esta complejidad, y con el propósito de analizar, identificar y aprovechar las oportunidades existentes para el mejoramiento de la eficiencia energética en el transporte de bienes y personas, la Conae creó la Subcomisión para el Ahorro de Energía en el Transporte, integrada por instituciones gubernamentales, de educación técnica y superior, institutos y centros de investigación, así como cámaras y asociaciones que agrupan a los transportistas y fabricantes de vehículos.

Además, la Conae participa en diversos grupos de trabajo, comités y subcomités especializados en temas de transporte para asegurar la calidad y aplicabilidad de las acciones y servicios que presta. En este sentido, brinda apoyo al desarrollo e instrumentación de programas específicos de ahorro de energía en empresas de transporte, a través de la aplicación de las metodologías, herramientas computacionales, manuales y guías que la propia Comisión ha elaborado para la identificación, valoración y aprovechamiento de potenciales de ahorro (Conducción Técnico- Económica, Mejoramiento del mantenimiento, Selección de vehículos, Gestión de combustible y Logística, entre otras).

Como resultado, durante 2006, la Conae apoyó a diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y empresas privadas, que lograron un ahorro estimado de gasolina y diesel equivalente a 210 mil barriles de petróleo, a través de diversas acciones como: registro y control del consumo de combustible, renovación del parque vehicular, mantenimiento y conservación del parque, mantenimientos preventivos, entre otras.

En el cuadro 54 se presenta la estimación del ahorro en gasolina y diesel que se espera obtener como resultado del apoyo que brinda la Conae en el aprovechamiento de los potenciales detectados dentro del sector transporte. En este sentido, se prevé que en 2015 se logrará un ahorro anual equivalente a 417 mil barriles de petróleo, adicionales a lo logrado en años anteriores (véase cuadro 54).

En otras acciones, y con el propósito de formar recursos humanos especializados en el ahorro de energía en el transporte, se han diseñado e impartido una serie de diplomados y cursos en la materia (Diplomado de Gestión de Empresas de Autotransporte y Curso de Conducción Técnica Económica para Operadores de Vehículos).

Para ello, se han establecido alianzas estratégicas con diversas organizaciones afines al sector, para promover

de manera coordinada y consensuada la utilización de equipos y sistemas que favorecen la eficiencia energética en el transporte.

Asimismo, cada año se realizan campañas de información en medios electrónicos e impresos, así como eventos nacionales e internacionales, por medio de los cuales se impulsa la aplicación e instrumentación de programas de eficiencia energética en el transporte, así como la utilización de nuevas tecnologías y combustibles, de acuerdo con las tendencias mundiales (celdas de combustible, vehículos híbridos, hidrógeno, etanol y otros combustibles renovables).

Con la finalidad de que los compradores de automóviles dispongan de información confiable y puedan seleccionar aquel vehículo que mejor responda a sus necesidades bajo un criterio energético, a través del Portal de Transporte del Sitio de la Conae en Internet<sup>1</sup>, se continúa mostrando información sobre los rendimientos de combustible de los automóviles nuevos, de acuerdo con lo previsto en el Convenio de Concertación sobre Eficiencia Energética, celebrado entre el Gobierno Federal y la industria automotriz nacional.

**Cuadro 54**  
**Ahorros estimados en el sector transporte**  
**por acciones apoyadas por la Conae**

| Año  | Ahorro de energía<br>miles de bep's |
|------|-------------------------------------|
| 2005 | 178                                 |
| 2006 | 210                                 |
| 2007 | 282                                 |
| 2008 | 296                                 |
| 2009 | 311                                 |
| 2010 | 326                                 |
| 2011 | 343                                 |
| 2012 | 360                                 |
| 2013 | 378                                 |
| 2014 | 397                                 |
| 2015 | 417                                 |

Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 2005.

<sup>1</sup> <http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/Transporte>

## 5.2 Programas de Ahorro de Energía en Instalaciones Industriales

Los sectores energético e industrial consumen, en conjunto, prácticamente el 100% del combustible que se utiliza en el país. Por ello, los programas de ahorro de energía llevados a cabo en estos sectores, cobran particular relevancia entre la gama de mecanismos para controlar la demanda de dicho combustible.

La Conae lleva a cabo programas en ambos sectores para lograr un ahorro de energía que pueda significar, en estas empresas, un aumento importante en su productividad, menores impactos al medio ambiente y la difusión de la cultura del cuidado de la energía.

Si bien estos programas no están diseñados con la finalidad de reducir el consumo de un combustible en particular, los potenciales detectados tienen incidencia directa o indirecta en el ahorro de combustibles provenientes del petróleo.

A continuación se presentan las acciones más importantes que lleva a cabo la Comisión, dentro de las empresas paraestatales e industriales del país.

### 5.2.1 Empresas paraestatales

Los sectores petrolero y eléctrico han sido los consumidores de combustible más importantes del país. En 2005 consumieron más de 720 petajoules (91.5% de la demanda nacional de combustible). Sin embargo, estos presentan una tasa media anual de crecimiento negativa de -0.98% (véase cuadro 55). De esta forma, y de acuerdo con la importancia que las empresas energéticas paraestatales (Pemex, CFE y LyFC) tienen en la estructura del consumo de energía y de sus potenciales para ahorrarla, la Conae instrumentó una estrategia que ha evolucionado positivamente a través del tiempo y donde resalta el proceso que se ha seguido dentro de Pemex y que actualmente es la base para atender a CFE y LyFC.

**Cuadro 55**  
**Consumo de petrolíferos en empresas energéticas paraestatales**

| Petrolífero  | Consumo 1995<br>(petajoules) | Consumo 2005<br>(petajoules) | Participación<br>en 2005 | TMAC<br>1995-2005 |
|--------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Combustóleo  | 793.7                        | 719.6                        | 91.5%                    | -0.98%            |
| Diesel       | 47.2                         | 36.0                         | 4.6%                     | -2.68%            |
| Gasolinas    | 24.4                         | 28.1                         | 3.6%                     | 1.43%             |
| Querosenos   | 17.3                         | 2.6                          | 0.3%                     | -17.16%           |
| <b>Total</b> | <b>882.6</b>                 | <b>786.4</b>                 | <b>100.0%</b>            | <b>-1.15%</b>     |

Nota: Las cifras pueden variar en los totales debido al redondeo.

Fuente: Conae, con base en datos del Balance nacional de energía, Sener, 2004.

Bajo esta lógica, la Conae apoya a las empresas energéticas paraestatales en la instrumentación y operación de programas internos de ahorro de energía, particularmente, a través del establecimiento de sistemas de monitoreo, control y seguimiento de Indicadores de Gestión Energética (IGE), así como la operación de bases de datos institucionales, donde de manera sistemática se analizan los consumos mensuales de energía y se comparan contra su producción.

Asimismo, en cada una de las empresas paraestatales (Pemex, CFE y LyFC) se han instrumentado programas de ahorro de energía, principalmente en sus inmuebles, en apego al acuerdo que se establece en las Disposiciones Generales para el Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal. La implementación de estos programas permitirá establecer un proceso de mejora continua, así como la utilización de herramientas de operación, control y seguimiento a través de

buenas prácticas e innovación tecnológica. Con ello, se pretende incrementar la eficiencia energética en las dependencias y entidades del gobierno federal de forma gradual, lo que traerá como consecuencia el uso más eficiente y eficaz de los recursos públicos, contribuyendo a la preservación de recursos energéticos y a la protección del medio ambiente.

De esta forma se estima que, exclusivamente por medidas de eficiencia energética que directamente apoya la Conae dentro del sector energético, durante el período de referencia, se obtendrán en promedio ahorros anuales equivalentes a seis millones de barriles de petróleo. Cabe señalar que este ahorro en consumo se refiere, principalmente, a gas natural, sin embargo, se requiere hacer un estudio detallado en cada uno de los centros de trabajo para determinar la participación real de petrolíferos.



### 5.2.2 Empresas privadas

Con base en la experiencia de más de 15 años de trabajo, periodo en el cual se realizaron más de dos mil diagnósticos energéticos en muy diversas empresas, durante 2005, la Conae afinó su estrategia para atender con mayor efectividad las necesidades particulares de estos usuarios de energía. En este sentido, estableció dos programas sectoriales diseñados específicamente para atender a grandes instalaciones privadas, agrupadas en Cámaras, Asociaciones y Empresas y a las pequeñas y medianas empresas del país.

En términos generales, estos programas son un conjunto de componentes técnicos conformados, principalmente, de información técnica (protocolos para la realización de proyectos, metodologías, manuales y guías, casos exitosos y ligas de Internet, entre otros), herramientas de cálculo, cursos de capacitación, servicios de asistencia técnica y campañas de promoción. Todo ello con el objetivo de proporcionar a los usuarios de energía los elementos necesarios que les permitan identificar y evaluar sus potenciales de ahorro de energía y de energía renovable, así como para llevar a cabo las acciones necesarias para su aprovechamiento.

Cada uno de estos programas cuenta con estrategias específicas de operación y acceso a la información, que ponen especial énfasis en las características particulares de cada usuario de energía. En el caso de Cámaras, Asociaciones y Empresas, la Conae concentra sus esfuerzos en el apoyo al desarrollo de capacidades gerenciales para que diseñen e instrumenten, dentro de sus propias instalaciones, programas integrales de ahorro de energía y aprovechamiento de energía renovable.

Por otro lado, para atender a las pequeñas y medianas empresas, la Conae ha instrumentado una estrategia que consiste, fundamentalmente, en la atención de consultas técnicas y envío de información relacionada con el ahorro de energía. De esta manera, con el fin de aumentar y reforzar la oferta de asistencia técnica hacia estos usuarios de energía, se han establecido diversos acuerdos y convenios con instituciones y organizaciones que agrupan a este tipo de empresas.

Con la instrumentación de estos programas se identifican potenciales de ahorro de energía, independientemente del combustible utilizado, lo que hace necesario la realización de estudios detallados que muestren la participación real del ahorro de petrolíferos.

Así, en términos cuantitativos, durante 2006 se estiman ahorros del orden de los 800 mil bep's y se espera que a partir de 2007 en adelante, se logre un ahorro anual de alrededor

del millón de bep's. Dado que continuamente es mayor el número de empresas privadas con las cuales colabora la Conae, los potenciales de ahorro y los ahorros alcanzados se irán actualizando anualmente.

### 5.3 Normalización

Uno de los mecanismos socialmente más rentables, por la cuantía y trascendencia de sus resultados, y que contribuye significativamente a la preservación de los recursos energéticos no renovables, es la elaboración y aplicación de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética. Estas NOM's, regulan los consumos de energía de aquellos sistemas y equipos que por su demanda de energía y número de unidades requeridas en el país, ofrecen un potencial de ahorro cuyo costo-beneficio es satisfactorio para la economía del país en general y, en particular, para los sectores de la producción y el consumo.

La Secretaría de Energía, a través de la Conae, expide las NOM's de eficiencia energética, elaboradas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE). Se trata de especificaciones técnicas, accesibles al público, elaboradas con la colaboración y el consenso de los sectores involucrados (público, privado, social e investigación y desarrollo) y de aplicación obligatoria para todos los productos e instalaciones comprendidos en su campo de aplicación.

El CCNNPURRE establece cada año un programa de trabajo, el cual se integra al Programa Nacional de Normalización y, posteriormente, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Hasta hoy, se encuentran vigentes 18 NOM's de eficiencia energética, de las cuales sólo la que se refiere a la eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales (NOM-009-ENER-1995), está relacionada con el consumo de energía térmica que, en ciertos casos, proviene de petrolíferos.

En el cuadro 56 se presenta la estimación del ahorro anual total por la aplicación de la norma de eficiencia energética, relacionada con el consumo de energía térmica. El ahorro estimado para 2006, equivale a 523 mil barriles de petróleo y se estima que en 2015 esta cifra se incremente hasta llegar a más de 1,200.

No obstante, resulta conveniente aclarar que es necesario llevar a cabo un estudio detallado para determinar, de manera desagregada, la participación real de cada combustible (diesel, combustóleo, coque, etc.) que son consumidos en los equipos y sistemas comprendidos en los campos de aplicación de dicha norma.

**Cuadro 56**  
**Estimación del ahorro de energía por la aplicación**  
**de la Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética**  
**(NOM-009-ENER-1995, Aislamientos Térmicos**  
**Industriales)**

| Año  | Miles de bep's |
|------|----------------|
| 2005 | 466            |
| 2006 | 523            |
| 2007 | 583            |
| 2008 | 653            |
| 2009 | 724            |
| 2010 | 795            |
| 2011 | 865            |
| 2012 | 942            |
| 2013 | 1,026          |
| 2014 | 1,117          |
| 2015 | 1,217          |

Notas: El ahorro que se reporta se expresa en barriles de petróleo equivalente (bep), sin embargo, se requiere hacer un estudio más detallado para determinar la participación real de petrolíferos.  
Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

# Glosario de términos

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Aceite</b>                | Líquido graso, insoluble en agua. Su origen puede ser vegetal, animal o mineral. Dentro del grupo de aceites minerales se encuentra el petróleo crudo, el cual es una mezcla compleja de diversos compuestos químicos.   |
| <b>Aceite básico</b>         | Aceites lubricantes que se utilizan como base para la elaboración de lubricantes terminados. Por su composición química, pueden ser nafténicos (caracterizados por un menor índice de viscosidad) o parafínicos (alto índice de viscosidad).   |
| <b>Alifático</b>             | Compuestos formados por cadenas lineales o ramificadas de carbono que carecen de estructuras de anillos de carbono o de otro tipo de moléculas cíclicas. Los hidrocarburos alifáticos incluyen tres tipos de moléculas: parafinas (alcanos), olefinas (alquenos o alcadienos) y compuestos acetilénicos (alquinos).  |
| <b>Alquilación</b>           | En general, los procesos de alquilación comprenden la combinación de una olefina con un hidrocarburo parafínico o aromático, en presencia de un catalizador. Para el caso de refinación el proceso involucra la unión de propileno o butilenos (producidos en las plantas de hidrodesintegración, reductoras de viscosidad, de coquización y, principalmente, de desintegración catalítica) con isobutano, en presencia de ácido fluorhídrico o sulfúrico como catalizador, para formar una isoparafina denominada alquilado ligero, básicamente compuesta por isoheptano o isooctano, según la carga empleada. Estos productos son excelentes para la elaboración de gasolinas de alto octano, por su baja presión de vapor y elevado índice de octano. Este proceso se considera opuesto al de desintegración ya que, a partir de moléculas pequeñas, produce moléculas más grandes. |
| <b>Alquilado</b>             | Producto de la reacción de alquilación, generalmente de isobutano con butileno, que forma hidrocarburos ramificados, principalmente isooctano y otros isómeros ramificados del octano, con un índice de octano de alrededor de 94, por lo que es muy apreciado para preparar gasolina de alto octano.  |
| <b>Aromático</b>             | Familia de hidrocarburos que contienen en su molécula, uno o varios núcleos de seis carbonos, cadena cerrada y forma hexagonal, los cuales poseen en su estructura tres dobles ligaduras (anillos bencénicos).   |
| <b>Barril de petróleo</b>    | Unidad de volumen basada en la medida del barril utilizado en la industria del petróleo. Equivale a 158.9873 litros (42 galones de Estados Unidos).  |
| <b>Batería de separación</b> | Conjunto de instalaciones donde se efectúa la separación del agua y gas que vienen asociados con el petróleo crudo de los yacimientos.   |
| <b>Bunker</b>                | En términos marítimos, lugar donde se almacenan los combustibles de las embarcaciones. Expresión que indica cuando un buque solicita abastecerse de combustibles.  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Bunker C</b>                   | <p>Combustóleo pesado que se utiliza en las calderas de los buques y en las grandes plantas termoeléctricas.</p> <p>Nombre generalizado para designar embarcaciones que transportan petróleo o sus derivados, aunque en la actualidad también se designa como buquetanque al que transporta líquidos a granel. En cuanto a su plural, la Real Academia de la Lengua Española recomienda que cuando la palabra sea escrita por separado, se pluralice como buques tanque, y cuando se escriba junta se pluralice buquetanques.</p>  |
| <b>Buquetanque</b>                |  |
| <b>Carrotanque</b>                | <p>Recipiente diseñado para trabajar, a presión o en condiciones atmosféricas, montado sobre una plataforma o directamente sobre ruedas para transportarlo sobre rieles. Su plural es similar al de buquetanque.</p>   |
| <b>Centro embarcador</b>          | <p>I. Planta de almacenamiento que se surte por vía marítima. Este tipo de planta debe disponer de las instalaciones necesarias para recibir la carga total de los buques. II. Instalación que realiza operaciones de venta y distribución de productos a clientes.</p>  |
| <b>Combustible</b>                | <p>Material que, al combinarse con el oxígeno, se inflama con desprendimiento del calor. Sustancia capaz de producir energía por procesos distintos al de oxidación, tales como una reacción química, incluyéndose también los materiales fisiónables y fusionables.</p>   |
| <b>Combustión</b>                 | <p>Fenómeno o cambio químico en el que los materiales se combinan rápidamente con el oxígeno y producen luz y calor. También se le conoce como oxidación rápida.</p>   |
| <b>Combustóleo de bajo azufre</b> | <p>Líquido de composición compleja de hidrocarburos pesados, obtenido de la mezcla de las corrientes de residuo de vacío, aceite pesado y aceite ligero de la desintegración catalítica. Es una sustancia oscura, viscosa, con olor a chapopote e insoluble en agua. Otras características importantes son:</p> <p>Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 315 – 545 °C<br/> Densidad del vapor (aire=1): 20<br/> Porcentaje de volatilidad: baja<br/> Gravedad específica (20/4 °C): 1.02 máximo<br/> Temperatura de inflamación: 60 °C mínimo<br/> Temperatura de escurrimiento: +15 °C máximo<br/> Azufre porcentaje en peso: 2.0 máximo</p> <p>Producto líquido de composición compleja de hidrocarburos pesados, obtenido de la mezcla de las corrientes de residuo de vacío, aceite pesado y aceite ligero de la desintegración catalítica. Su color es oscuro viscoso, tiene olor a chapopote y es insoluble en agua.</p> <p>Otras características importantes son:</p> <p>Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 315–545 °C<br/> Densidad del vapor (aire=1): 20<br/> Porcentaje de volatilidad: baja<br/> Gravedad específica (20/4 °C): 0.9877 máximo<br/> Temperatura de inflamación: 66 °C mínimo<br/> Temperatura de escurrimiento: 30 °C máximo<br/> Azufre, porcentaje en peso: 4.0 máximo</p> |
| <b>Combustóleo intermedio 15</b>  |  |



**Combustóleo pesado**

Líquido oscuro, viscoso, con olor característico a chapopote, de composición compleja de hidrocarburos pesados, obtenido de la mezcla de las corrientes de residuo de vacío, aceite pesado y aceite ligero de la desintegración catalítica. Como todo este tipo de compuestos, es insoluble en agua. Este producto es uno de los principales combustibles utilizados en la industria para la generación de vapor y electricidad, aplicándose en las industrias que tienen un uso intensivo de energía (CFE, industria azucarera, industria cementera, etcétera). Otras características importantes son:

- Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 315–545 °C
- Densidad del vapor (aire=1): 20
- Porcentaje de volatilidad: baja
- Temperatura de inflamación: 66 °C mínimo
- Temperatura de escurrimiento: 15 °C máximo
- Azufre, porcentaje en peso: 4.0 máximo
- Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: límite inferior 1%, límite superior 5%

**Combustibles fósiles**

Mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objeto de producir energía por combustión. Se consideran combustibles fósiles al carbón, al petróleo y el gas natural, procedentes de otros organismos vivientes fosilizados por fenómenos geológicos durante largos periodos.

**Coque de petróleo**

Producto sólido, poroso, de color negruzco, cuya densidad aproximada es 1.2 g/cm<sup>3</sup>. Se obtiene de la descomposición térmica de los hidrocarburos de alto peso molecular, que se encuentran en las fracciones más pesadas o residuo del proceso de refinación del petróleo. Sus propiedades más importantes son su poder calorífico, contenido de azufre, cenizas y materiales volátiles. Se usa como combustible industrial. Purificado, se puede utilizar como agente reductor o en ánodos en procesos metalúrgicos e industriales, como abrasivo, grafito artificial, pigmentos, combustible, entre otros.

**Coquización**

Equipo instalado en una línea de conducción de gas para incrementar la presión y garantizar el flujo del fluido a través de la tubería.

**Criogénica**

En la industria de refinación del petróleo, el coque se produce en las plantas de coquización, por desintegración térmica de los residuos pesados.

**Crudo Istmo**

Petróleo ligero mexicano con gravedad API de 33 a 34°API. Sus principales características son:

- Peso específico (20/4 °C): 0.858
- Grados API: 33.6
- Viscosidad, SSU a 15.6 °C: 60
- Contenido de azufre (%): 1.3
- Metales, vanadio: 39.5
- Contenido de (%vol.):
- Gasolina: 26.0
- Destilados intermedios: 32.0
- Gasóleos: 18.0
- Residuo: 23.0

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <p>Petróleo pesado mexicano que se produce principalmente en el mar. Su gravedad API es de: 21.4 a 22.3°API.</p> <p>Sus principales características son:<br/>         Peso específico (20/4 °C): 0.920<br/>         Grados API: 22.0<br/>         Viscosidad, SSU a 15.6 °C:1288<br/>         Contenido de azufre (%): 3.3<br/>         Metales, vanadio: 343.0<br/>         Contenido de (%vol.):<br/>         Gasolina: 17.0<br/>         Destilados intermedios: 28.0<br/>         Gasóleos: 16.0<br/>         Residuo: 38.0</p>      |
| <b>Crudo Maya</b>   |  |
|                     | <p>Mezcla de crudos superligeros que se producen en la región mesozoica de Chiapas y Tabasco, con gravedad de 39.3 °API o mayor. Sus principales características son:</p> <p>Peso específico (20/4 °C): 0.825<br/>         Grados API: 39.3<br/>         Viscosidad, SSU a 15.6 °C: 43.6<br/>         Contenido de azufre (%): 0.77<br/>         Metales, vanadio: 2.5<br/>         Contenido de (%vol.):<br/>         Gasolina: 38.0<br/>         Destilados intermedios:33.7<br/>         Gasóleos: 20.5<br/>         Residuo: 5.4</p> |
| <b>Crudo Olmeca</b> |  |
|                     | <p>Proceso mediante el cual se disminuye el contenido de sal de los hidrocarburos, generalmente los petróleos crudos. Este proceso reduce la corrosión de los recipientes u otro tipo de instalaciones.</p>  |
| <b>Desalado</b>     |  |
|                     | <p>Recipiente horizontal empleado para eliminar la sal del crudo de carga a la torre de destilación atmosférica. El crudo salado de tanques de almacenamiento es alimentado a la desaladora, en donde también se alimenta condensado de vapor para formar una emulsión que posteriormente se rompe, separándose en el fondo la solución acuosa (rica en sal), la cual es drenada del recipiente. La ruptura de la emulsión se origina por el uso de electrodos instalados en el interior del equipo.</p>                                 |
| <b>Desaladora</b>   |  |
|                     | <p>Proceso que consiste en separar el asfalto que contienen los residuos de la destilación del petróleo crudo, con el objeto de obtener aceite desasfaltado y asfalto. La separación de asfaltos se logra tratando los residuos con propano. El aceite desasfaltado se usa básicamente para elaborar lubricantes pesados y, en algunos casos, como carga a las plantas de desintegración catalítica.</p>   |
| <b>Desasfaltado</b> |  |



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Desintegración (cracking)</b>  | <p>Proceso que consiste en descomponer las moléculas de hidrocarburos más grandes, pesadas o complejas, en moléculas más ligeras y simples. La desintegración se lleva a cabo mediante la aplicación de calor y presión y, en técnicas más avanzadas, mediante el uso de catalizadores. La utilización de este proceso permite incrementar el rendimiento de gasolina y de otros productos importantes (gas seco, propano, propileno, butano-butileno, gasolinas, aceites cíclicos y decantados, etc.) que tienen aplicaciones diversas en la industria del petróleo. Los tipos más comunes de unidades de desintegración son: las de desintegración catalítica, hidrodesintegración, desintegración de residuales, desintegración térmica, reducción de viscosidad y desintegración con vapor.</p> |
| <b>Despunte del crudo</b>         | <p>Destilación para separar del crudo los componentes más ligeros, tales como la nafta y la querosina. Se extrae la nafta para someterla a otros procesos como la fabricación de productos petroquímicos o para tratarla y obtener gasolina. La querosina se separa para producir parafinas lineales, que son la materia prima para la fabricación de detergentes biodegradables. Al residuo que queda después del proceso se le denomina crudo despuntado.</p>   |
| <b>Destilación atmosférica</b>    | <p>Primera etapa de la destilación de crudos. Consiste en la separación, por destilación a presión ambiente, de las diversas fracciones o constituyentes apoyándose, para tal fin, en su diferencia de temperatura de ebullición (o volatilidad). Durante este proceso las fracciones o productos más ligeros (gases y nafta ligera), se destilan primero y posteriormente se sacan por el domo o parte superior de la torre. Los destilados intermedios (nafta pesada, turbosina, querosina, gasóleo o diesel) se extraen, separadamente, por la parte intermedia y el residuo por el fondo de la torre.</p>   |
| <b>Destilación al vacío</b>       | <p>Proceso de destilación de crudos utilizado como paso intermedio para extraer, del residuo atmosférico, el gasóleo usado como carga a las plantas de desintegración catalítica FCC, así como las fracciones para la elaboración de los aceites lubricantes.</p>   |
| <b>Destilado</b>                  | <p>Producto de la destilación que proviene de la vaporización y posterior condensación de una mezcla de sustancias miscibles, en componentes individuales o en grupos o fracciones de componentes, siendo más rico en componentes más ligeros que la mezcla original.</p>   |
| <b>Destilado(s) intermedio(s)</b> | <p>Fracción de crudo o hidrocarburos proveniente de su destilación, que destilan entre 175 °C y 330 °C, que corresponden a una fracción de nafta, querosina y combustible diesel, utilizándose estos dos últimos en algunos países, como combustible para calefacción</p>   |

**Diesel desulfurado**

Combustible líquido con olor a petróleo, de color amarillo claro (2.5 máximo, ASTM D 1500), producido a partir de una mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, por procesamiento del petróleo crudo. Es insoluble en agua y se usa, fundamentalmente, como combustible para los motores (tipo diesel) de autotransportes, locomotoras ferroviarias, turbinas y equipos mecánicos. Como propiedades adicionales de importancia, se tienen las siguientes:

Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 216-371° C  
 Presión de vapor: 30 mm Hg @ 20 °C  
 Densidad del vapor (aire=1): 4  
 Gravedad específica (20/40 °C): 0.850  
 Temperatura de inflamación: 41 °C  
 Índice de cetano: 45 mínimo  
 Viscosidad cinemática a 40 °C: 1.9 a 4.1 centistokes  
 Azufre total, porcentaje en peso: 0.5 máxima.  
 Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: inferior 0.7%, superior 5.0%.

**Diesel industrial de bajo azufre**

Combustible exclusivo para quemadores de flama abierta, de color amarillo claro, con olor a petróleo, insoluble en agua. Se obtiene del fraccionamiento de los crudos en el corte correspondiente al gasóleo ligero, el cual se ha tratado para reducir su contenido de azufre total a 0.05% en peso. Se utiliza, principalmente, en calderas, generadores de electricidad, generadores de vapor, hornos y calentadores industriales. Líquido insoluble en agua, cuyas propiedades principales son:

Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 216-371 °C  
 Presión de vapor: 30 mm Hg @ 20 °C  
 Densidad del vapor (aire=1): 4  
 Gravedad específica (20/40 °C): 0.850  
 Temperatura de inflamación: 52 °C  
 Viscosidad cinemática a 40 °C: 1.9 a 5.8 centistokes  
 Azufre total, porcentaje en peso: 0.05 máxima.  
 Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: inferior 0.7%, superior 5.0%.

**Diesel marino especial**

Líquido combustible, teñido con color verde, de olor a petróleo e insoluble en agua. Se obtiene de una mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos, derivados del procesamiento del petróleo. Su principales propiedades son:

Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 216-371 °C  
 Presión de vapor: 30 mm Hg @ 20 °C  
 Densidad del vapor (aire=1): 4  
 Gravedad específica (20/40 °C): 0.850  
 Temperatura de inflamación: 60 °C mínimo  
 Índice de cetano: 40 mínimo  
 Viscosidad cinemática a 40 °C: 1.9 a 4.1 centistokes  
 Azufre total, porcentaje en peso: 0.50 máximo.  
 Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: inferior 0.7%, superior 5.0%.



**Diesel  
(Pemex Diesel)**

Combustible derivado de la destilación atmosférica del petróleo crudo. Se obtiene de una mezcla compleja de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos, mediante el procesamiento del petróleo. Es un líquido insoluble en agua, de olor a petróleo. Se expende con un color amarillo claro (2.5 máximo ASTM D 1500). Se consume, principalmente, en máquinas de combustión interna de alto aprovechamiento de energía, con elevado rendimiento y eficiencia mecánica. Fundamentalmente, se usa como energético en el parque vehicular equipado con motores diseñados para combustible diesel, tales como camiones de carga de servicio ligero y pesado, autobuses de servicio urbano y de transporte foráneo, locomotoras, embarcaciones, maquinaria agrícola, industrial y de construcción.

Propiedades importantes:

Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 216–371 °C

Presión de vapor: 30 mm Hg @ 20 °C

Densidad del vapor (aire=1): 4

Gravedad específica (20/40 °C): 0.850

Temperatura de inflamación: 45 °C

Índice de cetano: 48 mínimo

Viscosidad cinemática a 40 °C: 1.9 a 4.1 centistokes

Azufre total, porcentaje en peso: 0.05 máxima.

Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: inferior 0.7%, superior 5.0%.

**Ducto**

Tubería para transportar aceites, gas, gasolinas y otros productos petrolíferos, a las terminales de almacenamiento, embarque y distribución o bien, de una planta o refinería a otra. Su espesor varía entre 2 y 48 pulgadas, según los usos, las condiciones geográficas y el clima del lugar. Existen diferentes tipos de ductos, según el producto que transporta:

- gasoducto
- gasolinoducto
- oleoducto
- poliducto
- turbosinoducto

**Energético**

Sustancia o producto combustible con capacidad para producir calor o energía.

**Energía**

Capacidad de producir trabajo.

**Estación de servicio**

Espacio físico donde se expenden los productos elaborados por la industria de la refinación. Sus características pueden llegar a variar en función de la imagen que manejan los directivos de la gasolinería.

**Fraccionamiento**

Proceso en el que, mediante destilación, se separan fracciones pequeñas de una mezcla de hidrocarburos.

**Franquicia Pemex**

I. Sistema de comercialización mediante el cual Pemex delega el uso de marca propia de la empresa a personas físicas o morales, mediando entre ellos todo lo relativo a asistencia técnica, así como la asesoría necesaria con respecto a los métodos operativos y se destaca que la asistencia es proporcionada por el “franquiciante” (en este caso, Petróleos Mexicanos), con respecto al franquiciatario ,por estar así estipulado dentro del marco legal que rige el concepto de franquicia. II. Concesión del derecho de utilizar la propia razón social o el propio logotipo a otra empresa, a cambio de una regalía.

**Gasavión**

Gasolina similar a la automotriz, utilizada en aviones con motores del ciclo Otto, esto es, motores con ignición por chispa eléctrica y especificaciones más estrictas que proporcionan un mayor factor de seguridad. El rango de destilación es más estrecho que el de la gasolina automotriz. La temperatura de congelación es controlada a un mínimo de  $-58^{\circ}\text{C}$  para evitar su congelación a las altitudes a que vuelan los aviones. Su octanaje es mayor al de la automotriz ,para proporcionar mayor potencia tanto en vuelo normal como en el despegue y emergencias.

**Gas LP**

En la industria petrolera, se denomina así a la mezcla de propano y butano comprimido y licuado. Proviene de líquidos del gas natural y gasolina natural o de los procesos de refinación de crudo.

**Gasóleo**

Producto refinado del petróleo cuya densidad es mayor que las de las gasolinas y querosinas, pero menor que la de los residuos; generalmente comprende los hidrocarburos destilados entre  $190$  y  $370^{\circ}\text{C}$ , cuyo rango de pesos específicos ( $20/4^{\circ}\text{C}$ ) es de  $0.820$  a  $0.890$ . Esta mezcla de hidrocarburos tiene dos usos principales: combustible para pequeñas máquinas diesel y para hornos o calentadores, de donde toma sus nombres populares, diesel y aceite para hornos

**Gasóleo de vacío**

Destilado de punto de ebullición relativamente alto. Se obtiene, generalmente, por destilación al vacío de residuo primario, del cual se producen, comúnmente, el gasóleo ligero y el gasóleo pesado de vacío que, junto con el gasóleo pesado extraído en la destilación atmosférica del crudo, se utiliza como carga a las plantas de destilación catalítica.

**Gasolina**

Nombre comercial que se aplica, de una manera amplia, a los productos más ligeros de la destilación del petróleo. En la destilación del petróleo crudo la gasolina es el primer corte o fracción que se obtiene. En su forma comercial, es una mezcla volátil de hidrocarburos líquidos con pequeñas cantidades de aditivos, apropiada para usarse como combustible en motores de combustión interna con ignición por chispa eléctrica, con un rango de destilación de aproximadamente  $27$  a  $225^{\circ}\text{C}$ . Indudablemente, es el producto derivado del petróleo más importante por su volumen y valor en el mercado. Los diferentes grados de gasolina se refieren, principalmente, a su número de octanos y a su presión de vapor, que se fijan de acuerdo a la relación de compresión de los motores y a la zona geográfica donde se venden.



**Gasolina natural**

Gasolina que se encuentra en forma de rocío en el gas natural y, que al igual que los condensados, se recuperan del gas natural por enfriamiento o compresión. Es un líquido similar a la gasolina, pero más ligero, volátil e inestable, debido a su menor peso molecular ya que contiene disueltos vapores de pentanos, butanos y propano; es además de bajo octano, por lo cual generalmente se somete a los procesos de fraccionamiento, reformación o isomerización, antes de mezclarse como componente de las gasolinas.

**Gasolina oxigenada**

Gasolina a la que se ha añadido 2.7% de oxígeno en forma de compuestos oxigenados, tales como éteres o alcoholes. Se utiliza en zonas de alta contaminación causada por el monóxido de carbono, para lograr una mejor combustión de los hidrocarburos.

**Gasolina Pemex Magna**

Gasolina sin plomo que elabora Pemex Refinación con un índice de octano mínimo de 87, a la que se le ha modificado su formulación para reducir su volatilidad y contenido de sustancias, que pueden ser precursoras de la formación de ozono o tóxicas como son: el azufre, las olefinas, los aromáticos y el benceno.

**Gasolina Pemex Premium**

Gasolina sin plomo que elabora Pemex Refinación para motores de alta relación de compresión, que exigen un índice de octano superior al de la gasolina Magna de uso general y mayores restricciones en el contenido de precursores de ozono y compuestos tóxicos, como son las olefinas, los aromáticos y el benceno. Su índice de octano es de 93.

**Hidrocarburo(s)**

Familia de compuestos químicos formada, principalmente, por carbono e hidrógeno. Pueden contener otros elementos en menor proporción, como son: oxígeno, nitrógeno, azufre, halógenos (cloro, bromo, yodo y flúor) y fósforo, entre otros. Su estado físico, en condiciones ambientales, puede ser en forma de gas, líquido o sólido, de acuerdo al número de átomos de carbono y otros elementos que posean.

**Hidrodeseintegración catalítica**

Proceso mediante el cual se obtienen productos de peso molecular o temperaturas de ebullición bajas, a partir de un producto pesado. La hidrodeseintegración catalítica en la industria del petróleo, se realiza bajo condiciones de presión y temperatura específicas, en presencia de un catalizador y una corriente de hidrógeno.

**Hidrodeseulfuración**

Proceso por medio del cual se elimina el azufre de los hidrocarburos tales como gasolina, turbosina, diesel, lubricantes y residuales. La hidrodeseulfuración se lleva a cabo en un reactor bajo condiciones de presión y temperatura, la presencia de hidrógeno y de un catalizador que acelera la reacción para eliminar el azufre de los hidrocarburos que entran al reactor. Los catalizadores son de base níquel-molibdeno y molibdeno-cobalto.

**Hidrotratamiento**

Proceso cuyo objetivo es estabilizar catalíticamente los petrolíferos, además de eliminar los componentes contaminantes que contienen, haciéndolos reaccionar con hidrógeno a temperaturas comprendidas entre 315 y 430 °C a presiones que varían de 7 a 210 kg/cm<sup>2</sup>, en presencia de catalizadores diversos, tales como óxidos de cobalto y molibdeno sobre alúmina (los más usados), así como el óxido o el tiomolibdato de níquel, sulfuros de tungsteno y níquel y óxido de vanadio. Entre las reacciones efectuadas, las de estabilización comprenden la conversión de hidrocarburos insaturados como olefinas, diolefinas de baja estabilidad precursoras de la formación de gomas, en compuestos saturados, por hidrogenación o desintegración.

**Isomerización**

Proceso mediante el cual se altera el arreglo fundamental de los átomos de una molécula sin adherir o sustraer nada de la molécula original. Por ejemplo, el butano es isomerizado a isobutano, para ser utilizado en la alquilación de isobutileno y otras olefinas para la producción de hidrocarburos de alto octano.

**Número de cetano**

Indicador para comparar la capacidad de ignición de los combustibles, particularmente del diesel, en los motores diesel. El número se determina en la observación del rendimiento de una muestra de combustible en una máquina de pruebas. La escala de cetano se determina tomando como referencia mezclas de dos hidrocarburos, el cetano (hexadecano normal), al que se le asigna el valor 100, y el alfa-metil-naftaleno, al que se le asigna el valor de cero.

**Octanaje**

Número de octano. Medida de calidad y capacidad antidetonante de las gasolinas para evitar las detonaciones y explosiones en las máquinas de combustión interna, de tal manera que se libere o se produzca la máxima cantidad de energía útil.

**Petróleo crudo**

Mezcla de hidrocarburos que se encuentran en forma natural, generalmente en estado líquido, que pueden incluir compuestos de azufre, nitrógeno, oxígeno, metales y otros elementos.

**Petróleo crudo despuntado**

Petróleo crudo al que se le han eliminado, generalmente por destilación, las fracciones más ligeras tales como gas seco, gas licuado y la nafta.

**Petrolífero(s)**

Productos que se obtienen mediante la refinación del petróleo. Pueden ser productos terminados (gasolina, diesel, gas licuado, etc.), semiterminados o subproductos (naftas).

**Planta catalítica FCC**

Planta que se emplea para producir principalmente gasolina estabilizada de alto octano (59% en volumen); gas residual que se adiciona al gas combustible de la refinación, propano-propileno, butano-butileno, aceite cíclico ligero y aceite cíclico pesado; teniendo como carga, gasóleo pesado primario y gasóleos de la planta de vacío.

**Planta H-Oil (hidrodesulfuradora de residuales)**

Planta empleada en la refinación del petróleo para el proceso de hidrocarburos de alto peso molecular (residuos de vacío, etc.) La unidad H-Oil tiene como objetivo principal, elaborar productos de peso molecular y puntos de ebullición bajos, con niveles de azufre reducidos y ganancia económica al obtenerse precios mayores en su comercialización.



|  |   |
|--|---|
| <b>Planta reductora de viscosidad</b>  | Proceso empleado en la refinación del petróleo para obtener hidrocarburos de bajo peso molecular tales como gases, gasolina, gasóleos y residuo de baja viscosidad, a partir de residuos de vacío de alta viscosidad.   |
| <b>Querosina, querosén o queroseno</b> | Segundo corte o fracción de la destilación del petróleo crudo (el primero es la nafta o gasolina); su color, contenido de azufre y características de ignición, varían según las propiedades del crudo que provienen. Su peso específico está dentro de un rango de 0.80 a 0.83 y su punto de ignición de 66 °C a 80 °C.  |
| <b>Refinación</b>                      | La constituye el conjunto de procesos físicos y químicos a los cuales se someten los crudos obtenidos en las labores de perforación, a fin de convertirlos en productos de características comerciales deseables. Para ello se emplean distintos métodos, entre los cuales se cuentan la destilación (en sus variantes atmosférica y al vacío), hidrot ratamiento, hidrosulfuración, reformación catalítica, isomerización, alquilación, producción de oxigenantes (MTBE y TAME), entre muchos otros que permiten el mejor aprovechamiento de los hidrocarburos que conforman al petróleo.  |
| <b>Refinería</b>                       | Instalación industrial en la que se lleva a cabo la refinación del petróleo crudo mediante diferentes procesos.   |
| <b>Reformación</b>                     | Proceso que mejora la calidad antidetonante de fracciones de la gasolina modificando la estructura molecular. Cuando se lleva a efecto mediante calor, se le conoce como reformación térmica y como reformación catalítica, cuando se le asiste mediante un catalizador.  |
| <b>Residuo atmosférico</b>             | Producto que se obtiene del fondo de las torres de fraccionamiento de la destilación primaria, después de la extracción de gasolinas, querosinas y gasóleos primarios.  |
| <b>Residuo de vacío</b>                | Residuo que se obtiene de la planta de destilación al vacío. Es el resultado de extraer de una torre de destilación al vacío, los gasóleos contenidos en el residuo atmosférico. Está compuesto por hidrocarburos complejos de alto peso molecular e impurezas concentradas como el azufre, níquel y vanadio. Posteriormente el residuo de vacío se convierte en asfalto, betún o en coque del petróleo mediante otros procesos de refinación.  |
| <b>Turbosina</b>                       | Combustible para avión. Destilado del petróleo similar a la querosina. Líquido claro, olor a aceite combustible, insoluble en agua. Conocido también con los nombres de <i>jet fuel</i> y combustible de reactor. Se utiliza como combustible en las turbinas de los aviones de propulsión a chorro. Propiedades importantes:<br>Temperatura de ebullición (rango) a 760 mm Hg: 149–300 °C<br>Presión de vapor: 0.1 mm Hg a 20 °C<br>Gravedad específica (20/4 °C): 0.810<br>Temperatura de inflamación: 38 °C mínimo<br>Temperatura de congelación: -47 °C máximo<br>Límites de inflamabilidad en aire, porcentaje en volumen: inferior 0.6%, superior 3.7%. |
| <b>Viscosidad</b>                      | Resistencia a fluir de un líquido. Un hidrocarburo de alta viscosidad, por ejemplo, fluye con dificultad, mientras que los menos espesos son más móviles. La viscosidad disminuye con la temperatura.   |

**Volatilidad**

Tendencia de un líquido a pasar a su fase de vapor. Las sustancias volátiles despiden vapores a las temperaturas ambientales. En la industria de refinación del petróleo, esta propiedad es muy importante tanto en los crudos, como en los productos. Las mezclas de hidrocarburos, como la gasolina, pueden clasificarse como volátiles debido a que contienen componentes que se evaporan con facilidad. Para ello se controla su presión de vapor, determinación que refleja la volatilidad tanto del crudo como de sus productos.

**Yacimiento petrolífero**

Cualquier estructura geológica o estrato poroso que contenga o pueda contener cualesquiera de los hidrocarburos del grupo del petróleo. Los yacimientos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y cantidad de fluido que contengan (gas, aceite o mezclas).

# Metodología para la determinación de la demanda de petrolíferos

## 1. Determinación de la demanda prospectiva del sector transporte

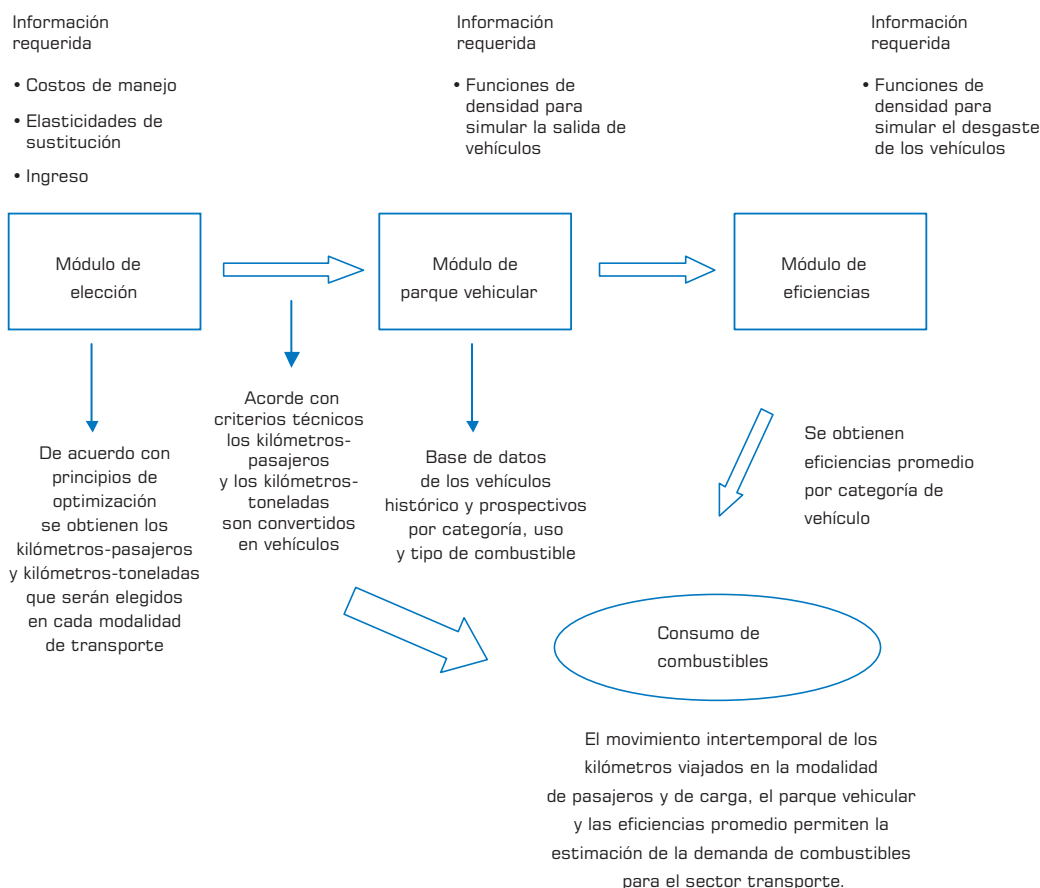
En ediciones pasadas la proyección de la demanda de petrolíferos en el sector autotransporte correspondía a la aplicación del modelo *Dargay and Gately*<sup>1</sup>. El punto medular del modelo supone una relación no lineal entre el ingreso y los vehículos per cápita. Se establece un mecanismo matemático que garantiza el equilibrio bajo el supuesto de expectativas adaptativas. Además se asume un punto máximo de vehículos per cápita llamado, por los autores, punto de saturación.

Para la edición actual, el Instituto Mexicano del Petróleo ha propuesto un modelo que se fundamenta en los modelos TREMOVE y NEMS aplicados en Europa y Estados Unidos, respectivamente. Se trata de un modelo integral de estructura modular. El diseño consiste en tres módulos de estimación que interactúan dando como resultado la demanda de gasolinas, diesel, gas natural comprimido y gas LP carburante. Se consideran escenarios de crecimiento económico y precios para las dos modalidades básicas de estimación, autotransporte de pasajeros y de carga. Los módulos que integran el modelo actual del consumo de combustibles en el sector autotransporte son los siguientes:

- Módulo de demanda de viaje. Proporciona una estimación de las tendencias de las elecciones del consumidor sobre la modalidad de transporte que elegirá.
- Módulo de parque vehicular. Genera una base de datos del parque automotriz por modelo, clase y uso de vehículo, histórico y prospectivo.
- Módulo de eficiencias. De acuerdo con la estructura de la base de datos del módulo de parque vehicular se estiman eficiencias promedio por tipo de vehículo.

<sup>1</sup> Dargay J. y Gately D. (2001). *Modelling global vehicle ownership. Proceeding of the 9th World Conference on Transport Research*, Seoul, South Korea.

**Diagrama 5**  
**Estructura del modelo para la proyección de la demanda de combustibles del sector autotransporte**



Los supuestos y procedimientos técnicos dependen de la naturaleza del módulo a estimar. A continuación se describen cada uno de estos módulos.

- **Módulo de demanda de viaje.** Desarrollado bajo un enfoque microeconómico, supone que los usuarios deciden la modalidad de transporte en la que viajarán de acuerdo a los costos de manejo<sup>2</sup>. De esta manera se espera que el individuo actúe racionalmente buscando la combinación de bienes, en este caso kilómetro-pasajero por modalidad, que maximice su utilidad sujeta a una restricción presupuestaria<sup>3</sup>. El término kilómetro-

pasajero significa que para un nivel determinado de ingresos, un número promedio de pasajeros utilizarán una modalidad de transporte en la cual viajarán la cantidad de kilómetros que maximiza su utilidad. En términos matemáticos se expresa de la siguiente manera.

<sup>2</sup> Los costos de manejo incluyen depreciación del vehículo, gastos de mantenimiento, costo de combustible y eficiencias, entre otros.

<sup>3</sup> *TREMOVE report for the European Commission, February 18, 2005* [www.tremove.org](http://www.tremove.org).



$$\text{Maximizar } \omega = X_{0,i} = \left[ \sum_{j \in i} \alpha^{1-\rho_{0,i}} \alpha_{1,j} X^{p_{0,i}} \right]^{1/\rho_{0,i}}$$

Sujeto a  $Y = P_{0,i} X_{0,i}$

Donde:

$\alpha_{1,j}$  = Parámetro óptimo de asignación del gasto

$\sigma_{0,i}$  = Elasticidad de sustitución

$$\rho_{0,i} = \frac{\sigma_{0,i} - 1}{\sigma_{0,i}}$$

$X_{0,i}$  = Índice de utilidad

$Y$  = Ingreso

$P_{0,i}$  = Índice de costo de manejo kilómetro-pasajero

$$P_{0,i} = \left[ \sum_{j \in i} \alpha_{1,j} P^{p'_{0,i}} \right]^{1/\rho_{0,i}}$$

$$p'_{0,i} = \frac{\sigma'_{0,i} - 1}{\sigma'_{0,i}}, \quad \sigma'_{0,i} = \sigma^{-1}_{0,i}$$

El concepto de separabilidad<sup>4</sup> de bienes señala que es posible separar las decisiones del consumidor de asignar sus ingresos a los diferentes bienes, manteniendo la estructura de preferencias. De esta forma sus preferencias quedan representadas en un árbol, donde cada nivel representa no sólo un punto de decisión sino un proceso de optimización. Por esta razón los índices contenidos en las ecuaciones anteriores son necesarios para mostrar los niveles del árbol y las modalidades de transporte representadas en cada rama.

El subíndice  $n=0$  en las ecuaciones es una referencia para ubicar el nivel del total de utilidad de los niveles más bajos. En el diagrama siguiente, del nivel más alto descienden dos nodos, cada uno con dos opciones de elección, también llamados elementos básicos de utilidad (véase diagrama 6).

Para obtener la demanda de los niveles más bajos del árbol, se requiere haber concluido uno o varios procesos previos de optimización de los nodos en los niveles superiores. Por ejemplo, si se quiere determinar los kilómetros-pasajero que se recorrerá en vehículos ligeros públicos que usan gasolina, previamente debió decidirse entre transporte público y privado para pasar a la decisión de camión o taxi, hasta llegar a las ramas donde se decida para vehículos ligeros públicos.

La función de utilidad utilizada es una función CES<sup>5</sup> que requiere poca información y permite obtener funciones con cierta flexibilidad. El índice de precios en el nivel  $n=0$  utiliza los índices de los niveles que lo anteceden.

Al resolver el problema de optimización se obtienen ecuaciones de demanda Marshallianas<sup>6</sup>. Este tipo de funciones dependen de los precios e ingresos, con la siguiente forma funcional.

$$X_{n,i} = \frac{y}{P_{0,i}} \prod_{n-1}^0 \alpha_{n+1,j} \left[ \frac{P_{n,i}}{P_{n+1,j}} \right]^{\sigma_{n,i}}$$

El resultado representa los kilómetros-pasajero que los consumidores pretenden recorrer en cada modalidad, lo que implica, a su vez, consumo de combustibles en un periodo determinado.

Bajo esta misma óptica, se determina la demanda de combustibles que representa las cantidades de kilómetros-toneladas que se realizarán en el sector transporte, en la modalidad de transporte de carga. En este caso se trata de resolver el problema clásico del productor, maximizando el beneficio sujeto a una función de costos<sup>7</sup>.

El módulo de demanda de viaje también aporta información para la estimación del parque requerido. Los movimientos del ingreso y su elasticidad con respecto a los kilómetros viajados, el costo de manejo y el precio del combustible definen,

<sup>4</sup> Deaton A. and J. Muellbauer (1980). *Economics and consumer behavior*. Cambridge University Press.

<sup>5</sup> Por sus siglas en inglés *Constant Elasticity of Substitution*.

<sup>6</sup> Nicholson W (1997). *Microeconomic Theory*. Mc Graw Hill.

<sup>7</sup> *TREMOVE report for the European Commission, February 18, 2005*.

a lo largo del horizonte de estudio, la dinámica intertemporal de la demanda de kilómetro-pasajero.

- Módulo de parque vehicular. En México existen pocas fuentes de información sobre el parque vehicular. Adicionalmente, estas fuentes presentan discrepancias complicando su estimación. Para la creación de la base histórica, se utilizaron fuentes como INEGI-SIMBAD y bases de empresas privadas que van desde consultorías hasta empresas distribuidoras de gas LP y gas natural comprimido. El objetivo central es la construcción de una base de datos histórica que proporcione una radiografía de la estructura del parque nacional por categoría, uso y tipo de combustible.

Con el fin de simular los vehículos que año con año saldrán del parque vehicular se utilizaron funciones de distribución acumulativa Gompertz.

En cada periodo deberán distinguirse dos elementos que constituyen el parque, los vehículos que han sobrevivido al periodo anterior y los vehículos adicionales que harán frente a la demanda de transporte.

La variable kilómetro- pasajeros, que es obtenida en el módulo de elección, es el vínculo con el módulo de parque vehicular. Las tendencias de la elección de los usuarios de transporte por algún tipo de vehículo, son representadas en las funciones de demanda Marshallianas. El proceso de optimización en cada periodo no sólo influye en el parque vehicular, sino en el consumo de combustible que utilice la modalidad de transporte elegida por el usuario de transporte.

- Módulo de eficiencias. Los kilómetros recorridos por unidad de combustible, reflejan la eficiencia económica de los automóviles y, por consiguiente, son un elemento que aporta valiosa información para la estimación del consumo de combustibles. El modelo considera la pérdida de eficiencia que ocurre con el uso del vehículo. Con base en funciones de densidad se simula el desgaste físico de los automóviles y su impacto en las eficiencias. De acuerdo con las expectativas de la EPA, EIA, Conae e IMP<sup>8</sup> fue posible estimar las eficiencias futuras. Acorde con la estimación del parque vehicular es posible determinar eficiencias promedio por tipo de vehículo y combustible.

La siguiente ecuación ejemplifica el resultado y la interacción de los diferentes módulos, dando como resultado el consumo de combustibles en el sector autotransporte para el periodo 2005-2015.

$$C_s = \sum_{EC} (StockEC_i(t, EC))(uso_i)(EfP_{EC})$$

donde:

$C_s$  = consumo de combustible del tipo  $s$

$EC_i$  = edad y tipo de vehículos de la categoría  $i$

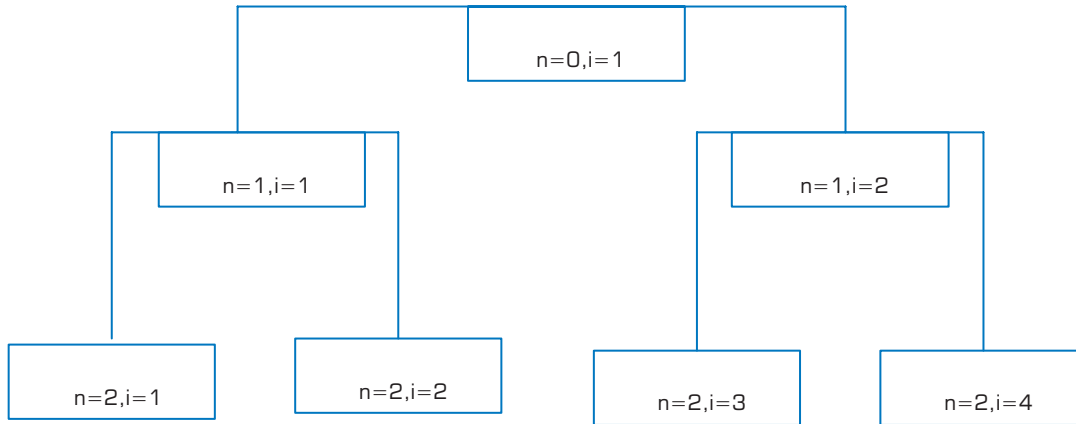
$Uso_i$  = kilómetros recorridos anuales por categoría (en función de la edad)

$EfP_{EC}$  = eficiencia vehicular

<sup>8</sup> Environmental Protection Agency (EPA), Energy International Agency (EIA), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) e Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).



**Diagrama 6**  
**Árbol de la utilidad**



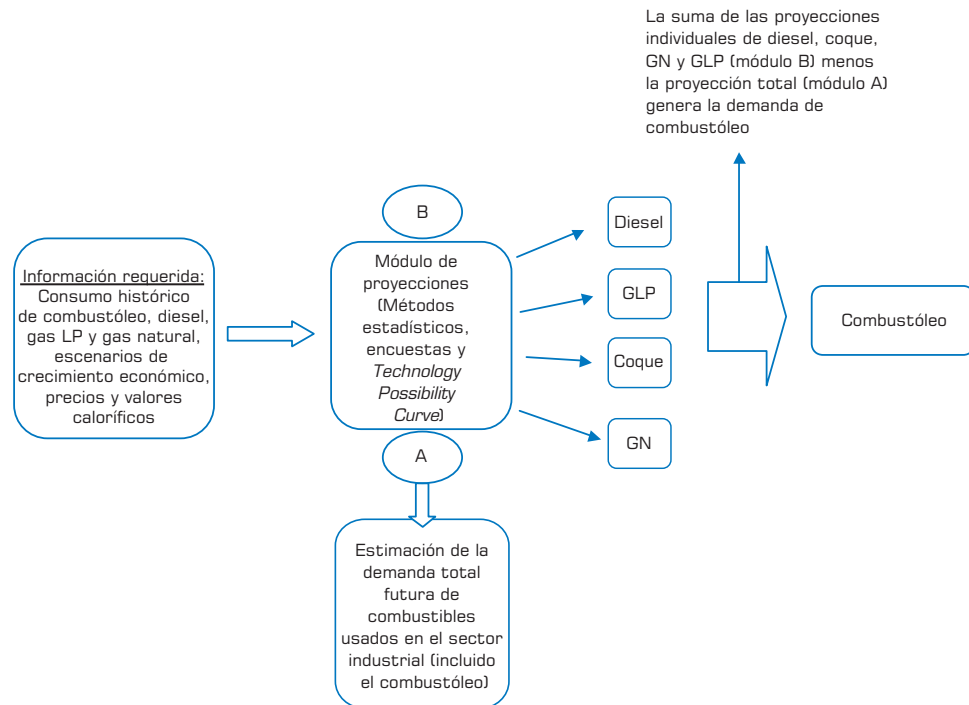
## 2. Determinación de la demanda prospectiva del sector industrial

Debido a la naturaleza diversa de la demanda de combustibles utilizados en el sector industrial, se requieren diferentes técnicas de estimación prospectiva. Una manera de pronosticar el comportamiento futuro de una variable es captar y reproducir el patrón que subyace en ella, con el uso

de técnicas econométricas. Las demandas futuras de diesel, combustóleo, gas natural y gas LP fueron estimadas con el uso de modelos econométricos.

El modelo de proyección es diseñado en diferentes módulos que consideran la estimación de la demanda industrial en tres escenarios de crecimiento y un escenario de precios para un horizonte de 10 años.

**Diagrama 7**  
**Estructura del modelo de proyección de la demanda de combustibles para el sector industrial**



En los siguientes puntos se expone la metodología para la estimación de la demanda de diesel, combustóleo y coque de petróleo en el sector industrial.

- Demanda industrial de diesel. La estimación se realiza con base en datos históricos regionales, por lo cual se requiere combinar datos de corte transversal y de series de tiempo. Por esta razón, se utiliza una aplicación econométrica conocida como panel de datos que, en combinación con el método SUR<sup>9</sup>, permite obtener parámetros regionales. En las ecuaciones econométricas se utilizan regresores como el PIB industrial, precio, y variables binarias. Los parámetros obtenidos son estadísticamente significativos y su signo es acorde con la teoría microeconómica y, por sus magnitudes en esta proyección, la elasticidad precio e ingreso resultaron ser inelástica y elástica respectivamente.
- Demanda de coque de petróleo. Para su estimación se debe considerar que la mayor parte del coque es consumido en el país por la industria del cemento. En 2005, la industria cementera consumió 87% del coque de petróleo usado en el sector industrial. Por esta razón, el Instituto Mexicano del Petróleo consulta a las empresas de ramo para conocer sus expectativas de consumo y, acorde con ello, estimar la demanda de coque en el sector industrial.
- Demanda industrial de combustóleo. El modelo de estimación genera la demanda de combustóleo como una diferencia aritmética entre dos estimaciones. Por ello, deben tenerse en cuenta tres momentos en la estimación. El primer momento consiste en determinar la proyección del consumo total de combustibles que incluye al combustóleo<sup>10</sup>. El segundo consiste en agregar las proyecciones individuales de diesel, gas LP, gas natural y coque de petróleo. Como tercer y último momento, la diferencia entre las dos proyecciones genera la demanda de combustóleo para el periodo 2006-2015.

<sup>9</sup> Método de regresiones aparentemente no relacionadas, SUR, por sus siglas en inglés (*Seemingly Unrelated Regresión*).

<sup>10</sup> Todos los volúmenes consumidos son expresados en barriles de petróleo crudo equivalente.

# Abreviaturas y siglas

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Banxico</b> | Banco de México  |
| <b>bd</b>      | Barriles diarios   |
| <b>BTU</b>     | <i>British Thermal Unit</i>                                |
| <b>CFE</b>     | Comisión Federal de Electricidad                           |
| <b>Conae</b>   | Comisión Nacional para el Ahorro de Energía                |
| <b>CRE</b>     | Comisión Reguladora de Energía                             |
| <b>DGAC</b>    | Dirección General de Aeronáutica Civil                     |
| <b>EUA</b>     | Estados Unidos   |
| <b>Gas LP</b>  | Gas Licuado de Petróleo                                    |
| <b>GNC</b>     | Gas Natural Comprimido                                     |
| <b>GWh</b>     | Giga watt hora   |
| <b>HDS</b>     | Hidrodesulfuración   |
| <b>IEPS</b>    | Impuesto Especial sobre Productos y Servicios              |
| <b>IGCC</b>    | Ciclo combinado con gasificación integrada                 |
| <b>IVA</b>     | Impuesto al Valor Agregado                                 |
| <b>LyFC</b>    | Luz y Fuerza del Centro                                    |
| <b>mbd</b>     | Miles de barriles diarios                                  |
| <b>mbdpce</b>  | Miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente    |
| <b>mmbd</b>    | Millones de barriles diarios                               |
| <b>mmbdpce</b> | Millones de barriles diarios de petróleo crudo equivalente |
| <b>mmBtu</b>   | Millones de <i>British Thermal Units</i>                   |
| <b>mmtons</b>  | Millones de toneladas                                      |
| <b>mta</b>     | Miles de toneladas anuales                                 |
| <b>mtons</b>   | Miles de toneladas   |
| <b>MW</b>      | Mega watts   |
| <b>Pemex</b>   | Petróleo Mexicanos   |
| <b>PEP</b>     | Pemex Exploración y Producción                             |
| <b>PGPB</b>    | Pemex Gas y Petroquímica Básica                            |
| <b>PIB</b>     | Producto Interno Bruto                                     |

|                |  |
|----------------|--|
| <b>ppm</b>     | Partes por millón                      |
| <b>PPQ</b>     | Pemex Petroquímica                     |
| <b>SE</b>      | Secretaría de Economía                 |
| <b>Sener</b>   | Secretaría de Energía                  |
| <b>SNR</b>     | Sistema Nacional de Refinación         |
| <b>SPF</b>     | Servicio Público Federal               |
| <b>tmca</b>    | Tasa media de crecimiento anual        |
| <b>Ton/día</b> | Toneladas por día                      |
| <b>UBA</b>     | Ultra bajo azufre                      |
| <b>USD</b>     | Dólares norteamericanos                |
| <b>ZMVM</b>    | Zona metropolitana del Valle de México |

# Factores de conversión

| Volumen<br>Celdas<br>de cambio | Unidad base              | Factor<br>de conversión | Nueva unidad      |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1                              | metro cúbico             | 6.2898104               | barriles          |
| 1                              | metro cúbico             | 35.31467                | pies cúbicos      |
| 1                              | metro cúbico             | 1,000                   | litros            |
| 1                              | millón de metros cúbicos | 6,289.8                 | miles de barriles |
| 1                              | millón de pies cúbicos   | 178.107                 | miles de barriles |
| 1                              | pie cúbico               | 0.0283168               | metro cúbico      |
| 1                              | Galón                    | 0.0238                  | barriles          |

## Equivalencias energéticas

| Celdas<br>de cambio | Unidad base                                       | Factor<br>de conversión | Nueva unidad  |
|---------------------|---|-------------------------|---|
| 1                   | millón de toneladas de petróleo                   | 40.4                    | BTU (10 <sup>12</sup> unidades térmicas británicas)       |
| 1                   | tonelada de petróleo crudo equivalente            | 41.868                  | Gigajoules (10 <sup>9</sup> Joules)                       |
| 1                   | millón de toneladas de petróleo crudo equivalente | 41.868                  | Petajoules (10 <sup>15</sup> Joules)                      |
| 1                   | tonelada métrica                                  | 7.33                    | barriles de petróleo                                      |
| 1                   | barril de petróleo                                | 5,000                   | pies cúbicos de gas natural                               |
| 1                   | millón de metros cúbicos de gas natural           | 0.9                     | miles de toneladas de petróleo crudo                      |
| 1                   | millón de pies cúbicos de gas natural             | 0.026                   | miles de toneladas de petróleo crudo                      |
| 1                   | metro cúbico de gas natural                       | 8,460,000               | calorías (para efectos de facturación de gas seco)        |
| 1                   | metro cúbico de gas natural                       | 8,967,600               | calorías (con un factor de corrección calorífica de 1.06) |
| 1                   | metro cúbico de kerosina                          | 8,841,586               | Kilocalorías  |
| 1                   | metro cúbico de gas de alto horno                 | 8,825,000               | Calorías  |
| 1                   | metro cúbico de gas de coque                      | 4,400,000               | Calorías  |
| 1                   | barril de combustóleo pesado                      | 1,593,000               | Kilocalorías  |
| 1                   | barril de diesel*                                 | 1,469,600               | Kilocalorías  |
| 1                   | tonelada de coque de petróleo                     | 7,465,500               | Kilocalorías  |
| 1                   | kilogramo de gas lp (mezcla nacional)             | 11,823.86               | Kilocalorías  |
| 1                   | kilogramo de gas lp (mezcla de importación)       | 11,917.3                | Kilocalorías  |
| 1                   | tonelada de bagazo                                | 1,684,990               | Kilocalorías  |
| 1                   | tonelada de carbón                                | 4,662,000               | Kilocalorías  |
| 1                   | tonelada de coque de carbón                       | 6,933,000               | Kilocalorías  |

\* Factor aplicado a los combustibles que integran el grupo diesel.

## Equivalencias energéticas

| Celdas de cambio | Unidad base                       | Factor de conversión | Nueva unidad                                    |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|---|
| 1                | pie cúbico                        | 1.03                 | MBTU de gas natural                             |
| 1                | BTU                               | 1,055.056            | Joules  |
| 1                | BTU                               | 252                  | calorías  |
| 1                | Caloría                           | 4.1868               | Joules  |
| 1                | Kilocaloría                       | 3.968254             | BTU   |
| 1                | petajoule (1 * 10 <sup>15</sup> ) | 0.94708              | miles de barriles de petróleo crudo equivalente |
| 1                | Gigajoule                         | 239,000,000          | calorías  |
| 1                | Petacaloría                       | 132.76               | megawatts                                       |
| 1                | watt hora                         | 3,600                | Joules  |

# Bibliografía

*Agenda Estadística de los Estados Unidos Mexicanos 2005.* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2006.

*Annual Energy Outlook 2006,* Energy Information Administration

*Anuario Estadístico 2004.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2005.

*Anuario Estadístico 2006.* Petróleos Mexicanos. Gerencia Corporativa de Evaluación e Información, México, 2006.

*Anuario Estadístico por Entidad Federativa 2005.* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México 2006.

*Balance Nacional de Energía 2004.* Secretaría de Energía. Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico, México, 2004. Formato digital distribuido en [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

*Boletín Estadístico Mensual.* Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, México, varios números.

*Boletín Informativo.* Aeropuertos y Servicios Auxiliares, México, varios números.

*BP Statistical Review of World Energy,* June 2006

*Codificador del Sistema de Cuentas Nacionales.* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 1993.

*Estadística Básica de Autotransporte Federal.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Autotransporte Federal, México, varios años.

*Estadísticas Mensuales.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, México, varios años.

*Indicadores Petroleros.* Petróleos Mexicanos, México, varios años.

*Informe Estadístico de Labores 2005.* Petróleos Mexicanos. Unidad de Planeación Corporativa de Petróleos Mexicanos, México, 2006.

*International Energy Outlook 2006,* Energy Information Administration

*La Aviación Mexicana en Cifras 1989-2005.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Aeronáutica Civil, México, 2006.

*Memoria de Labores.* Varios números, Unidad de Planeación Corporativa de Petróleos Mexicanos, Pemex, México.

*Oil & Gas Journal.* Varios números.

*Órgano Informativo Mensual.* Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, varios números.

*Prospectiva de Petrolíferos 2005-2014.* Secretaría de Energía. Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico, México, 2005. Formato digital distribuido en [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

*Prospectiva del Sector Eléctrico 2005-2014.* Secretaría de Energía. Dirección General de Planeación Energética, México, 2004. Formato digital distribuido en [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

*Transporte e Industria.* Asociación Nacional de Transporte Privado, A.C., varios números.

*World energy outlook 2005,* Middle East and North Africa Insights, International Energy Agency

# Referencias para la recepción de comentarios

---

Los interesados en aportar observaciones, sugerencias o formular consultas pueden dirigirse a:

Responsable de la publicación:

## **Dirección General de Planeación Energética**

Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico  
Secretaría de Energía

Tel. (52) 55 5000 62 04/(52) 55 5000 60 00  
extensiones 2208 y 1418  
Fax. (52) 55 5000 62 23

E-mail: [prospectivas@energia.gob.mx](mailto:prospectivas@energia.gob.mx)