

Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos

Secretaría de Energía (SENER) en colaboración con
la Agencia Internacional de Energía (AIE)

México 2011

Indicadores de Eficiencia Energética en México:

5 sectores, 5 retos

Secretaría de Energía (SENER) en colaboración con
la Agencia Internacional de Energía (AIE)

México 2011

Prólogos

Actualmente el mundo se enfrenta ante el reto de combatir el cambio climático, al mismo tiempo que persigue el crecimiento económico y una distribución equitativa de la riqueza. De ahí, el papel fundamental que desempeña el sector energético en el desarrollo económico y social de un país. Por lo tanto, resulta fundamental cambiar la forma en que el país produce y consume la energía para así garantizar un futuro más sustentable.

La eficiencia energética es el camino hacia esa transición energética; es la solución que permite el uso racional de la energía a la vez que se mantienen los niveles de competitividad. La SENER reconoce la importancia de este tema como centro de una política energética sólida y sustentable. Si bien es cierto que se pueden llevar a cabo un sinnúmero de acciones encaminadas a impulsar el uso eficiente de la energía, como por ejemplo migrar a sistemas de iluminación más eficientes, promover la sustitución de electrodomésticos ineficientes, instalar motores y bombas eléctricos de alto rendimiento en la industria, establecer códigos de construcción que fomenten un uso eficiente de la energía, expandir los sistemas de recuperación de calor industrial, etc.; es indispensable contar con la información adecuada que permita monitorear la evolución de dichas acciones.

Consciente de este reto, en noviembre de 2008 la SENER y la Agencia Internacional de Energía (AIE) dieron inicio al proyecto conjunto denominado “Strengthening Mexican Energy Indicators” financiado por la Embajada Británica a través del Strategic Programme Fund (SPF). Uno de los objetivos principales del proyecto fue la construcción de indicadores de eficiencia energética.

Los indicadores de eficiencia energética permiten evaluar los resultados de las políticas públicas y acciones implementadas en la materia, ya que describen e indican de forma detallada cómo se está empleando la energía en los distintos sectores de la economía. No obstante, para construir indicadores apropiados, es sumamente importante tener una base de datos con información confiable, congruente, veraz, oportuna y en constante actualización.

Sirva, entonces, este documento como punto de partida para dirigir la discusión de indicadores sobre un tema que se ha convertido en un instrumento de gran importancia para la transición energética, y lograr la sustentabilidad de las acciones que se desarrollan en nuestro país, con el fin de construir un México más fuerte.

Nos gustaría agradecer tanto a la AIE como a la Embajada Británica por el apoyo técnico, logístico, financiero para el desarrollo de este proyecto y para la capacitación de personal especializado en estadísticas energéticas.

Secretaría de Energía

Es justo decir que en 2007, cuando se empezó a gestar el proyecto *“Strengthening Mexican Energy Indicators”*, México no estaba entre los mejores alumnos de la clase de la OCDE en cuanto a estadísticas energéticas. Pero a partir de ese momento, gracias al trabajo excepcional del grupo de estadísticos en la Secretaría de Energía (SENER) y al generoso apoyo financiero del Reino Unido, la situación ha mejorado de manera notable y durante los últimos dos años, México ha sido el primer país miembro de la OCDE en la entrega de los cuestionarios anuales.

México no solo ha mejorado sus tiempos de entrega sino también la cobertura de su información, tanto desde la perspectiva de oferta como de demanda. Gracias a esto, México es capaz de publicar balances de energía con información detallada que permite a los analistas obtener una visión clara de la situación energética del país.

Sin embargo, en tiempos en que la eficiencia energética se vuelve un componente cada vez más importante dentro de cualquier política energética sólida, existe la necesidad de ir más allá de los balances de energía para identificar a los sectores prioritarios y sus usos finales de energía para el diseño de políticas públicas y acciones eficientes. Por lo tanto, la necesidad de contar con información adicional e información acerca del consumo energético y sus actividades constituyeron el segundo y principal objetivo del proyecto. Una vez más, para todos los sectores, excepto tal vez para el sector servicios, la SENER debe ser felicitada por el trabajo realizado hacia el interior y en estrecha colaboración con otras dependencias gubernamentales, organizaciones y empresas. De hecho, la construcción y desarrollo de indicadores requiere de trabajo en equipo y la SENER ha sido exitosa en la creación del espíritu de equipo necesario.

Durante los últimos tres años, México ha puesto en marcha mecanismos adecuados para la recolección de datos y construcción de indicadores con resultados que deben ser vistos como un punto de partida para la definición de acciones preliminares. Sin embargo, el trabajo no está terminado; por el contrario, falta mucho por hacer. Si con los indicadores se han detectado áreas de oportunidad de mejora de la eficiencia, se necesita mayor información y recolección de datos para un mejor entendimiento de los patrones, tendencias y tecnologías para que las políticas públicas, y su implementación, sean más eficientes.

Este proyecto llega a su fin y la prioridad más importante que la AIE destaca para la SENER y México es la continuidad. Durante los últimos tres años, el proyecto ha capacitado a tres estadísticos que están familiarizados con estadísticas energéticas, balances, encuestas e indicadores. Ellos constituyen el impulso principal a la par que el país se embarca en el camino hacia lograr mayores niveles de eficiencia energética. México y la SENER deben conseguir los recursos necesarios para apoyar a este equipo y no solamente mantenerlo sino fortalecerlo para ser capaces de enfrentar el reto y colocar a la eficiencia energética en el centro de la política energética.

No quisiéramos terminar este prólogo sin agradecer el apoyo financiero, técnico y político otorgado por el gobierno del Reino Unido para este proyecto, que debería conducir a un menor consumo de energía y a una reducción de los gases de efecto invernadero en México. Ese era el objetivo fundamental del proyecto y la Agencia Internacional de Energía (AIE) está orgullosa de haber sido tomada en cuenta para este fin.

Agencia Internacional de Energía



Una de las principales prioridades para el Reino Unido es ayudar a promover una economía global y sustentable con bajas emisiones de carbono y alto crecimiento económico. Mediante el trabajo a través del Ministerio de Asuntos Exteriores y de la Commonwealth (FCO por sus siglas en inglés) y su red de embajadas alrededor del mundo, el Reino Unido ha construido una serie de relaciones estratégicas con socios en diversos países. El Reino Unido está particularmente orgulloso de la cooperación y programa conjunto de trabajo con México y el valor agregado que éste ha generado dentro del debate internacional en temas de crecimiento y cambio climático así como en los planes de acción de ambas economías en dichos temas.

Como parte de esta cooperación, la Embajada ha tenido el privilegio de trabajar de la mano con la Secretaría de Energía (SENER) y la Agencia Internacional de Energía para Fortalecer las Estadísticas e Indicadores de Eficiencia Energética en México. Contar con información oportuna y de calidad a través de estadísticas es uno de los elementos más importantes para el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas. Otros de los objetivos del proyecto es asegurar su continuidad mediante el reclutamiento y capacitación de personal calificado por parte de la SENER.

La información recolectada y presentada en este reporte puede contribuir de manera importante al diseño de políticas públicas relacionadas con el cambio climático en México, ya que la eficiencia energética es una parte fundamental del tema. También, puede ayudar a formular políticas que permitan acciones rápidas y rentables para reducir las emisiones de carbono mediante una mayor eficiencia energética contribuyendo a mejorar la competitividad de la economía mexicana.

A pesar de que finaliza una etapa de nuestra cooperación, es nuestro deseo que nuestra alianza estratégica con la SENER continúe en este y otros temas relacionados como parte integral de una alianza estratégica entre México y el Reino Unido, para contribuir a la sustentabilidad, la seguridad de nuestro planeta y el bienestar de nuestros ciudadanos.

Agradecemos a la Secretaría de Energía (SENER) y a la Agencia Internacional de Energía por el arduo trabajo realizado y la colaboración alcanzada durante el desarrollo de este proyecto.

Embajada Británica en México

Equipo de trabajo

El desarrollo y elaboración del documento “Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos”, fue una labor conjunta de personal de la Secretaría de Energía (SENER) y consultores de la Agencia Internacional de Energía (AIE), coordinado por ambas entidades.

Este documento se encuentra enmarcado en los objetivos del proyecto *Strengthening Energy Indicators in Mexico*, implementado por la SENER y la AIE, con el financiamiento del Fondo de Programas Estratégicos (*Strategic Programme Fund*, SPF) de la Embajada Británica en México.

Un agradecimiento especial al personal de la Embajada Británica en México que colaboró en este proyecto. En particular a: Anne Beaumer, Maria Ana de Rijk, Madeleine Penman, Mónica Buitrón, Nadia Moya, Sergio Almazán y Francisco Ponce.

Secretaría de Energía

Ximena Fernández Martínez

Fabiola Gómez Brechtel

Consultores del Proyecto conjunto AIE/SENER

Carla Bourges Díaz Marta

Alejandro Macías Melken

Rodrigo Rodríguez Tenorio

Coordinadores del Proyecto de la Agencia Internacional de Energía

Jean-Yves Garnier

Ghislaine Kieffer

Dominika Zahrer

Agradecimientos

Se agradece la valiosa retroalimentación, comentarios y sugerencias al documento de las siguientes instituciones:

Agencia Internacional de Energía

Energy Statistics Division
Energy Technology Policy Division

Secretaría de Energía

Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico
Dirección General Adjunta de la Subsecretaría de Electricidad

Petróleos Mexicanos

Subdirección de Planeación Económica,
Dirección Corporativa de Finanzas,
Gerencia de Integración de Información Institucional

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Dirección General del Servicio Público de Información
Dirección General de Estadísticas Económicas
Dirección General de Geografía y Medio Ambiente

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Dirección General de Planeación

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas

Dirección General Adjunta de Seguridad Nuclear

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos

Comisión de Energéticos

Asimismo, se agradece a las instituciones que colaboraron con la entrega de información:

Aeropuertos y Servicios Auxiliares
Alicia de la Macorra Barroso (ALIMAC)
Asociación Mexicana de la Industria Automotriz
Asociación Nacional de Energía Solar
Asociación Nacional de la Industria Química
Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones
Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
Cámara Minera de México
Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel
Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
Cámara Nacional de la Industria Hulera
Cámara Nacional de las Industrias Azucareras y Alcohólicas
Cámara Nacional del Cemento
Centro de Transporte Sustentable
Comisión Federal de Electricidad
Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas
Comisión Reguladora de Energía

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos
Consejo Nacional de Población
Empresas productoras de fertilizantes
Empresas productoras de vidrios
Instituto Mexicano del Aluminio
Instituto Mexicano del Petróleo
Instituto Mexicano del Transporte
Instituto Nacional de Ecología
Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Petróleos Mexicanos
Productores Independientes de Energía Eléctrica
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Secretaría de Seguridad Pública
Servicio de Transportes Eléctricos del DF
Sistema de Transporte Colectivo (Metro)
Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey
Sistema de Tren Eléctrico Urbano Guadalajara

Índice

Prólogos	1
Equipo de trabajo	5
Resumen Ejecutivo	8
Introducción	14
1. Transporte	16
1.1 Indicadores de energía	17
1.1.1. Método de cálculo	18
1.1.1.1 Autotransporte en territorio nacional	18
1.1.1.2 Transporte aéreo en territorio nacional	26
1.1.1.3 Transporte ferroviario en territorio nacional	31
1.1.1.4 Transporte marítimo en territorio nacional	37
1.2 Resultados	41
1.3 Recomendaciones y conclusiones	48
2. Industria y sector primario	50
2.1 Indicadores de energía	51
2.1.1. Método de cálculo	52
2.2 Resultados	57
2.3 Recomendaciones y conclusiones	81
3. Sector residencial	83
3.1 Indicadores de energía	84
3.1.1 Método de cálculo	85
3.1.1.1 Electricidad	86
3.1.1.2 Gas L.P. y gas natural	90
3.1.1.3 Leña y querosenos	91
3.1.1.4 Energía solar	91
3.1.1.5 Superficie de las viviendas	91
3.2 Resultados	92
3.3 Recomendaciones y conclusiones	97
4. Generación de electricidad	100
4.1 Indicadores de energía	102
4.1.1 Método de cálculo	103
4.2 Resultados	103
4.3 Recomendaciones y conclusiones	110
5. Sector servicios y comercio	112
5.1 Indicadores de energía	113
5.1.1 Método de cálculo	114
5.2 Resultados	117
5.3 Recomendaciones y conclusiones	120
Comentarios finales	122
Anexo 1. Fuentes de información	124
Anexo 2. Tablas del sector residencial	132
Anexo 3. Tablas del Sector Eléctrico Nacional (SEN)	134
Anexo 4. Datos: Eficiencia energética	135
Anexo 5. Abreviaturas, acrónimos y unidades de medida	155
Bibliografía	157

Resumen Ejecutivo

El consumo adecuado y asequible de energía es indispensable para el desarrollo económico y social de un país. La situación actual exige cambiar la forma en que se produce y consume la energía para garantizar un desarrollo económico sustentable, al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades energéticas por medio del uso racional de los recursos y las tecnologías.

Los indicadores de eficiencia energética son una herramienta útil para ello, ya que describen de forma detallada cómo ciertos factores determinan o impulsan el uso de la energía en los distintos sectores de la economía. Asimismo, dichos indicadores permiten conocer las áreas potenciales de mejora en la eficiencia energética y el alcance en el ahorro de energía por sector, además de proporcionar información desde una perspectiva social como la equidad en el acceso y distribución a los recursos energéticos. Las bases están aquí, ahora el reto es la mejora y expansión de dicha base de información.

Transporte

El sector transporte está compuesto por los vehículos de motor que transitan dentro del territorio nacional de acuerdo con su uso: traslado de pasajeros o de carga; y con cuatro modalidades: autotransporte, ferroviario (incluye transporte eléctrico), aéreo y marítimo.

El sector transporte se ubica como uno de los principales consumidores de energía, tanto a nivel mundial como en México, además de contar con un potencial de ahorro de energía y de mitigación de emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI). En México, el transporte nacional e internacional fue el sector con el mayor consumo de energía, 48.7% de la energía final consumida en 2009. Se calcularon indicadores de tráfico (energía necesaria para mover un pasajero o una tonelada de carga por kilómetro dentro del territorio nacional) e indicadores de consumo por producto energético para cada modalidad de transporte¹.

El autotransporte de pasajeros fue la modalidad con más pasajeros-kilómetro transportados y con la mayor cantidad de combustible consumido de todas las modalidades de transporte de pasajeros. Los vehículos particulares consumieron 84.6% del combustible empleado por el autotransporte, del cual 98.2% fue gasolina. La intensidad energética de los vehículos particulares fue 1.0 MJ por pasajero-kilómetro en 2010. Los autobuses registraron un nivel de intensidad energética de 0.4 MJ por pasajero-kilómetro. Esto demuestra su mayor eficiencia con respecto a los vehículos particulares. A pesar de que el país cuenta con una amplia red de autobuses interurbanos, el consumo de energía de los autobuses fue 50% menos que el de los automóviles. El transporte ferroviario de pasajeros, representado principalmente por el transporte público urbano, registró la menor intensidad energética, 0.2 MJ por pasajero-kilómetro en 2009. Este hecho justifica la importancia de fomentar el uso del transporte público, principalmente eléctrico. Por otro lado, la modalidad de transporte de pasajeros que

¹ Para el transporte marítimo, los indicadores de intensidad energética no se calcularon debido a la falta de información sobre el consumo energético dividida por pasajeros y buques de carga.

tuvo el mayor nivel de intensidad energética fue el aéreo; 1.5 MJ por pasajero-kilómetro en 2009.

Como en el caso del transporte de pasajeros, el autotransporte de carga consumió la mayor cantidad de combustible, al utilizar 648.5 PJ en 2010. También fue la modalidad más utilizada para el transporte de carga, con 4,157.4 millones de toneladas transportadas y 1,198.3 miles de millones de toneladas-kilómetro en 2010. La intensidad energética de esta modalidad fue 0.5 MJ por toneladas-kilómetro en el mismo año. El transporte ferroviario de carga fue el más eficiente, 0.32 MJ toneladas-kilómetro en 2009, y ocupó el segundo lugar en importancia en el tráfico de mercancías dentro del territorio nacional, al transportar 90.3 millones de toneladas y un factor de tránsito de 69.2 miles de millones de toneladas-kilómetro. El transporte aéreo de carga transportó 130,000 toneladas durante 2009, con un factor de tráfico de 146.3 millones de toneladas-kilómetro. La intensidad energética del transporte aéreo de carga fue la más alta de todas las modalidades con 7.6 MJ por tonelada-kilómetro.

Se debe ampliar la cooperación entre dependencias para la construcción de estadísticas e indicadores que permitan la caracterización, análisis y entendimiento global del sector. En este sentido, para generar estadísticas e indicadores para el sector transporte se podrían establecer sinergias con los Comités Técnicos Especializados del INEGI.

Para el autotransporte, los datos se obtuvieron mediante el levantamiento de una encuesta sobre el consumo de combustibles del sector autotransporte de carga y pasajeros, realizada en conjunto por la SENER y la AIE. Sin embargo, la información recopilada para el autotransporte de carga estuvo subestimada. Por lo tanto, se debe considerar un levantamiento complementario a la encuesta para ampliar la información recopilada del transporte de carga. Es importante el compromiso para la continuidad en la recopilación periódica (anual o bianual) de información y el cálculo de indicadores.

Industria y sector primario

La industria se dividió en cuatro ramas principales: las manufacturas, la minería, la construcción y el suministro de electricidad, agua y gas al consumidor final. El análisis de la industria de las manufacturas se hizo de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas, para facilitar su comparación con otros países. La intensidad energética del sector está calculada como la energía consumida por unidad de valor agregado producida. No obstante, esta medida no refleja los efectos ocasionados por diferencias en tecnologías de producción, calidad o variaciones en precio. Debido a esto, se calcularon indicadores basados en la producción física para las industrias de celulosa y papel, cemento y clinker, aluminio y la industria siderúrgica.

La industria en México participó con 29.9% del Producto Interno Bruto nacional² (PIB) en 2009, y ocupó el segundo lugar en el consumo energético, con una participación de 25.7% de la oferta interna bruta de energía a nivel nacional.

² Producto interno bruto a precios de 2003.

En 2009, la industria manufacturera fue el subsector con mayor participación tanto en el PIB, 16.7% del total, como en el consumo de energía, 94.5% del consumo energético del sector. Este subsector tuvo el mayor descenso en intensidad energética, 0.8% para el periodo de 1993 a 2009. El subsector con mayor consumo de energía fue la industria de coque y productos refinados del petróleo, 39.7% del consumo total de energía del sector manufacturero.

La industria de metales básicos ocupó el segundo lugar en intensidad energética dentro del sector manufacturero en 2009, 14.9 MJ por dólar en PPA de 2003 producido. La industria siderúrgica contribuyó con 97.4% al consumo de energía del sector; como resultado, su intensidad energética por unidad de valor agregado reportó un descenso promedio anual de 1.9%, mientras que la intensidad energética por unidad física de producción registró una caída de 2.6% promedio anual durante el periodo 1993-2009.

La industria cementera, además de su importancia en términos de valor agregado, fue una de las actividades con mayor consumo de energía con una participación de 72.1% del consumo final energético de la industria de minerales no-metálicos en 2009. Durante los últimos años, la industria cementera ha sustituido insumos energéticos como el carbón, gas natural y combustóleo por coque de petróleo, principalmente por su menor costo. La intensidad energética del subsector fue 3.2 MJ por unidad física producida en 2009, con un descenso promedio anual de 1.2% de 1993 a 2009.

La industria de la construcción fue el segundo subsector con mayor aporte al PIB nacional y el de mayor incremento en intensidad energética, 1.4% anual de 1993 a 2009. Sin embargo, en 2009 la construcción registró el menor nivel de intensidad energética de toda la industria, con un valor de 0.15 MJ por dólar en PPA de 2003 producido.

La minería aportó 5.4% al PIB en 2009, con un incremento promedio anual de 1.4% para el periodo 1993-2009. La participación de la minería en el consumo energético de toda la industria fue 3.1% durante 2009, con un incremento en su intensidad energética de 0.8% promedio anual para el periodo en cuestión.

La participación de la industria de suministro de electricidad, gas y agua al PIB fue de 1.4%, del cual 85.0% provino del valor de generación y suministro de electricidad. La intensidad energética del sector fue 2.3 MJ por dólar en PPA de 2003 producido y registró un descenso promedio anual de 0.2% de 1993 a 2009.

El consumo energético del sector primario aumentó a una tasa promedio anual de 2.9% durante los últimos 16 años, mientras que su nivel de intensidad energética aumentó 0.6% para el mismo periodo, pasando de 2.8 a 3.1 MJ por dólar en PPA de 2003 producido.

Se requiere un mayor esfuerzo para la recopilación de información de la industria, ya que se desconoce el consumo energético de gran parte de los subsectores. Para lograrlo, debe ser fortalecida la cooperación con las cámaras industriales. Se debe aprovechar la plataforma estadística del INEGI y sus diversos instrumentos de recopilación de información (encuestas,

censos, etc.). El proyecto de clasificación de los usuarios de energía eléctrica de acuerdo con el SCIAN, de la CFE, permitirá la mejor determinación del consumo de energía de la industria.

Sector Residencial

El sector residencial fue el tercer consumidor de energía, tanto a nivel mundial, con una participación de 24.0% en 2008, como a nivel nacional, con un consumo de 16.7% de la energía final total en 2009³.

El análisis sobre el consumo de energía en el sector residencial está integrado por los siguientes usos finales y actividades: calentamiento de agua, cocción de alimentos, calefacción y enfriamiento del espacio, iluminación, refrigeración y uso de equipos domésticos; y por los siguientes indicadores: consumo de energía per cápita, consumo de energía por hogar y consumo de energía por tamaño de la superficie (m²). Los indicadores fueron calculados para el periodo 2002-2008, de acuerdo con la información disponible⁴.

En México, la mayor demanda de energía para uso final en 2009 fue el calentamiento de agua, con 47.0% del consumo total energético. Le siguieron la cocción de alimentos y la refrigeración con participaciones respectivas de 27.5% y 9.9% de la energía total utilizada.

Tomando en cuenta tanto el consumo total por aparato como sus existencias, se obtuvo que el consumo promedio por refrigerador fue 977.6 kWh en 2008, 189.9 kWh por equipo de aire acondicionado y ventilador, 117.8 kWh cada lavadora y 83.9 kWh un foco.

El consumo de energía en el sector residencial aumentó 1.4% durante el periodo 2002-2008. El consumo de energía por habitante creció 0.5% en el mismo periodo. Por su parte, el consumo por hogar y por metro cuadrado disminuyeron 0.05% y 0.5% respectivamente, debido a un aumento en el número de hogares, la mayoría representados por viviendas pequeñas.

Para mejorar la estimación de los indicadores, es necesario incluir un modelo de supervivencia para el reemplazo de bombillas (incandescentes a fluorescentes o ahorradores) y refrigeradores así como mejorar los cálculos del uso de la calefacción y el aire acondicionado, sujeto a las temperaturas máximas y mínimas promedio a nivel nacional.

Los resultados del monitoreo, seguimiento y evaluación de los programas del Gobierno Federal en eficiencia energética en el sector residencial ayudarán a mejorar las estimaciones de los indicadores. La cooperación y coordinación entre las partes interesadas es fundamental para lograr un mejor entendimiento y mayor información para el sector.

³ Balance Nacional de Energía 2009, Secretaría de Energía, México Octubre de 2010

⁴ La principal fuente de información fue la *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares* (ENIGH) realizada por el INEGI.

Generación de Electricidad

Para construir los indicadores de energía del sector generación de electricidad, se dividió al sector en dos categorías: plantas de servicio público y autoprodutores. Los indicadores calculados muestran la relación existente entre la capacidad de generación de energía eléctrica (GWh) y combustible utilizado para ello.

En términos globales, considerando a las plantas de servicio público como a los autoprodutores, en 2009 se generaron 216,456 GWh a partir de fuentes combustibles. Para lograr dicha generación, se consumieron 1,919,697 TJ de combustibles fósiles y renovables, resultando en una eficiencia global de 40.6%. Entre 2000 y 2009, la eficiencia global de las plantas de generación de electricidad aumentó 5.7 puntos porcentuales.

En 2009, las plantas de servicios público de energía participaron con 87.7% de toda la generación de electricidad y tuvieron una eficiencia mayor a la de los autoprodutores, 40.9% versus 38.6%.

El empleo de gas natural ha contribuido a incrementar la eficiencia en la generación de energía eléctrica, tanto en las plantas de servicio público como en las de los autoprodutores, con participaciones de 57.7% y 56.0%, respectivamente. Uno de los principales resultados ha sido la sustitución de combustibles fósiles por gas natural para generar electricidad durante los últimos diez años. Este aumento en la eficiencia ha resultado en menores costos de generación y, a su vez, en una reducción en las emisiones de GEI derivadas de la generación de electricidad.

En general, el trabajo de recopilación, integración y cálculo de información del sector de generación de electricidad en México es relativamente sencillo dada la composición del sector, donde la Comisión Federal de Electricidad, controla la oferta pública de energía eléctrica y la Comisión Reguladora de Energía regula a los autoprodutores. Por lo tanto, estas ventajas deberán ser explotadas para calcular indicadores a un mayor nivel de detalle, por ejemplo, por tipo de planta, incluyendo costos de inversión y operación así como emisión de GEI, etc.

Servicios y Comercio

La aportación del sector servicios y comercio a la economía mexicana es muy importante, ya que en 2009 fue el sector con mayor contribución al PIB, con 64.0%⁵, y tuvo una participación en el consumo final total de energía de 3.3%. En comparación con los otros sectores analizados en el presente estudio, el sector servicios fue el que contaba con la menor cantidad de información sobre el consumo de energía por usos finales. Este trabajo presenta un escenario base para la estimación del consumo energético del sector, así como las líneas de acción que son necesarias para mejorar dichas estimaciones.

⁵ Producto interno bruto trimestral, base 2003, INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Los indicadores de energía calculados para este sector fueron: consumo de energía por usos finales, intensidad energética por unidad de VA y consumo energético por m².

La intensidad energética del sector comercial y de servicios disminuyó 0.6% durante el periodo 2000-2009. La electricidad fue la fuente más importante de energía del sector, 50.5% del total de energía consumida. El uso de electricidad para iluminación, excluyendo a la administración pública, contribuyó con 17.4% del total de energía eléctrica consumida en 2009. Este consumo registró una tendencia creciente durante el periodo comprendido entre 2004 y 2009, al presentar un incremento promedio anual de 4.8%.

Dada la importancia de este sector dentro de la economía nacional, es primordial entender y monitorear su comportamiento respecto al consumo de energía, ya que un análisis oportuno sobre éste ayudará a crear un marco regulatorio que impulse el uso racional de la energía. Se hace énfasis en la importancia de establecer sinergias y promover la cooperación entre distintas entidades gubernamentales y no-gubernamentales para generar más información y mejorar la calidad de la información disponible del consumo de energía por usos finales del sector.

Conclusiones

Este estudio aborda el tema de eficiencia energética visto desde la perspectiva estadística. Presenta el cálculo de diversos indicadores seleccionados con base en las recomendaciones de la AIE de acuerdo con las particularidades de cada uno de los sectores analizados. Estos indicadores representan un punto de partida que permite caracterizar la demanda de energía por usos finales y analizar la dinámica del consumo de energía por sector.

Los indicadores de energía y eficiencia energética se deben posicionar entre las dependencias, organismos privados e instituciones académicas para ser utilizados en los proceso de toma de decisiones. Para ello, es importante fortalecer la cooperación entre los distintos actores vinculados con temas de eficiencia energética. Esto incluye afianzar la colaboración entre las diferentes dependencias e instituciones de gobierno, con el fin de garantizar la recopilación de información, generación de estadísticas y construcción de indicadores útiles para la toma de decisiones informadas.

Introducción

El consumo adecuado y asequible de energía es indispensable para el desarrollo económico y social de un país. La energía contribuye al bienestar económico y social mediante la generación de riqueza, que a su vez, da lugar a la creación de empleos y eleva el nivel de bienestar de las personas. Sin embargo, el consumo de la energía derivado de fuentes fósiles contribuye de forma considerable a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y al cambio climático.

En consecuencia, el sector energético debe afrontar y mitigar los efectos del calentamiento global con las herramientas disponibles. Desde la perspectiva de la oferta energética, una solución a este reto es el impulso a las energías renovables y el desarrollo de tecnologías de baja emisión de carbono; mientras que por el lado de la demanda, una respuesta es el uso eficiente de la energía.

La situación actual exige cambiar la forma en que se produce y consume la energía para garantizar un desarrollo económico sustentable, al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades energéticas por medio del uso racional de los recursos y las tecnologías. De igual manera, es necesaria la existencia de datos y análisis confiables que permitan el desarrollo y la implementación de incentivos económicos adecuados, además de la planificación de acciones y medidas estratégicas a nivel regional y nacional, que deberán ser monitoreadas y evaluadas para conocer su impacto. De este modo será posible cuantificar la evolución de las medidas implementadas en línea con los objetivos esperados y sus consecuencias, así como establecer acciones correctivas para fortalecer su impacto.

Para el desarrollo de herramientas, acciones y la toma de decisiones informada es necesario conocer los factores que determinan el consumo final de energía y su sustentabilidad económica, así como la construcción de una línea de tendencia de dicho consumo a partir de información adecuada, oportuna y de calidad. Los indicadores de eficiencia energética son una herramienta útil para ello, ya que describen de forma detallada cómo ciertos factores determinan o impulsan el uso de la energía en los distintos sectores de la economía. Asimismo, dichos indicadores permiten conocer las áreas potenciales de mejora en la eficiencia económica y el alcance en el ahorro de energía por sector, además de proporcionar información desde una perspectiva social como la equidad en el acceso y distribución a los recursos energéticos.

La Secretaría de Energía (SENER), de acuerdo con el objetivo de sustentabilidad trazado en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012⁶, planteó la necesidad de contar con una serie de indicadores de eficiencia energética para los sectores más intensivos en el uso de energía y de fortalecer las estadísticas energéticas disponibles. En virtud de lo anterior, dio inicio el proyecto conjunto de la SENER y la Agencia Internacional de Energía (AIE) con el financiamiento del Gobierno Británico, a través del Fondo de Programas Estratégicos (SPF, por sus siglas en inglés).

⁶ Documento realizado por la Administración Federal actual que establece una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación y desarrollo del país.

El proyecto conjunto SENER-AIE *“Strengthening Mexican Energy Indicators”* tuvo como objetivo estudiar el consumo final de energía en cinco sectores intensivos en el uso de la misma: transporte, industria, residencial, generación de electricidad y servicios y comercio. Cada uno de ellos se eligió tomando en cuenta su importancia en cuanto a la cantidad de energía consumida a nivel nacional.

La información recopilada y desarrollada en este proyecto permite conocer al detalle los parámetros de consumo de energía, la cantidad de energía que se destina a los distintos usos y la evolución del consumo de energía en cada uno de estos sectores. Con el conocimiento generado se puede estimar y analizar el potencial de ahorro de energía y los efectos estructurales sobre el consumo energético.

De esta forma se establecieron las bases para construir indicadores apropiados, confiables, congruentes, veraces, oportunos y en constante actualización para generar una base de datos que asista a los encargados de la toma de decisiones para establecer prioridades y dar seguimiento al desarrollo y progreso del consumo final de energía en México. Sin embargo, esto representa solamente el punto de partida de un proceso continuo que necesita evolucionar y mejorar con el tiempo. Esta información estará disponible en el Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER, en la siguiente liga: <http://sie.energia.gob.mx/>.

El presente documento describe la construcción de los indicadores de eficiencia energética desarrollados para México a lo largo del proyecto. El informe se divide en capítulos de acuerdo con los sectores transporte, industrial, residencial, generación de electricidad y servicios y comercio. Cada capítulo presenta una breve descripción de los indicadores de eficiencia energética propuestos por la AIE; el método de cálculo implementado, que considera la revisión documental y estadística de diversas fuentes de información, las estrategias de recopilación de información y las metodologías de estimación implementadas; el análisis de resultados; y las recomendaciones estadísticas para mejorar la calidad y cobertura de los indicadores de cada sector.

1. Transporte

El sector transporte está compuesto por los vehículos de motor que transitan dentro del territorio nacional de acuerdo con su uso: traslado de pasajeros o de carga; y con cuatro modalidades: autotransporte, ferroviario (incluye transporte eléctrico), aéreo y marítimo. El transporte por ductos y el transporte con destino internacional no están considerados en la medición de los indicadores presentados.

Para este proyecto el autotransporte se dividió en cuatro categorías. Tres de ellas pertenecen al transporte de pasajeros: motocicleta, automóvil, que incluye camiones ligeros de pasajeros (SUV, minivan y van), y autobuses; y la cuarta al transporte de carga. En esta última categoría se consideraron todos los camiones ligeros, medianos y pesados de carga.

El análisis de este sector se presenta en primera instancia debido a la importancia que tiene dentro del contexto energético al ser uno de los principales consumidores de energía a nivel mundial, y en particular en México, y por su potencial de ahorro de energía y de mitigación de emisiones de GEI.

A nivel mundial, el transporte consumió 26.4% de la demanda final de 2008⁷. En México, el transporte, nacional e internacional, es el sector con mayor consumo de energía. En 2009 representó 48.7% de la energía final consumida (2,224.5 petajoules –PJ–). En el mismo año, el sector generó 38.4% de las emisiones GEI en México debido a la quema de combustibles, principalmente por el empleo dominante de derivados del petróleo, que aportaron 99.8% de la energía final consumida de este sector.

Cabe señalar que los datos para México hacen referencia al consumo de energía del transporte dentro del territorio nacional y al transporte con salidas internacionales. Esto se debe a la falta de información precisa sobre el movimiento y tráfico dentro del país. No obstante, los indicadores de energía del sector transporte propuestos y calculados en el presente documento tienen como base de medición el movimiento en territorio nacional.

Los indicadores calculados para cada modalidad de transporte fueron: intensidad energética, definida como la energía empleada para mover un pasajero o una tonelada de carga en un kilómetro dentro del territorio nacional; pasajero-kilómetro, tonelada-kilómetro y vehículo-kilómetro, que representan indicadores de uso y tráfico; y consumo por producto energético.

Para la obtención de información faltante del autotransporte se levantó una encuesta en estaciones de gasolina, diesel y gas L.P. distribuidas en todo el país. Con ello se obtuvo información representativa a nivel nacional de cada categoría del subsector para 2010, quedando pendiente la estimación de los datos para más periodos.

En el caso del transporte marítimo en territorio nacional no se contó con información suficiente para el cálculo de los indicadores de consumo de energía y de intensidad energética.

⁷ Energy Balances of Non-OECD Countries, edición 2009, AIE.

Por este motivo es necesario reforzar la estadística de este subsector para generar un mayor flujo de información que permita no sólo el cálculo de indicadores de energía, sino una mejor caracterización y planeación del mismo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el autotransporte fue la modalidad que más consumió energía en México. Sin considerar el transporte marítimo, el uso de energía del autotransporte en territorio nacional representó aproximadamente 97% del consumo de energía en territorio nacional, del cual 67% fue para transporte de pasajeros. No obstante, el autotransporte no fue la modalidad con mayor intensidad energética. Ésta correspondió al transporte aéreo tanto de pasajeros como de carga, mientras que el transporte ferroviario fue el menos intensivo en el consumo de energía, que en el caso de pasajeros está representado en su mayoría por el transporte público urbano. Esto sustenta la importancia de promover el uso del transporte público, principalmente el eléctrico.

En conclusión, para entender y modificar los patrones de uso final de la energía en este sector, es necesaria la información oportuna y de calidad que permita la toma de decisiones informadas y el diseño óptimo de políticas públicas, así como el monitoreo de la tendencia en el consumo de energía del sector. De esta forma, los indicadores de eficiencia energética del sector transporte son una herramienta necesaria para la consecución del diseño, la implementación y la evaluación integral de las políticas públicas del sector. Tal es el caso del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012⁸ (PRONASE) que sitúa al autotransporte como el área de oportunidad con mayor potencial de ahorro de energía del país. En él se determina que el consumo energético del sector debe reducirse en 9.0 TWh⁹ entre 2010 y 2012.

1.1 Indicadores de energía

La intensidad energética del sector transporte se entiende como la cantidad de energía requerida para el traslado de un pasajero o una tonelada a lo largo de un kilómetro. Los indicadores del sector transporte propuestos por la AIE se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores propuestos para el sector transporte

Indicador	Descripción	Unidad
Intensidad energética	Energía empleada para mover un pasajero o una tonelada en un kilómetro dentro del territorio nacional (pasajero-kilómetro o tonelada-kilómetro).	MJ / p-km MJ / t-km
Vehículo - kilómetro	Distancia recorrida por todos los vehículos dentro del territorio nacional. Se obtiene multiplicando el número total de vehículos por la distancia promedio recorrida del vehículo.	10 ⁹ v-km
Tonelada - kilómetro	Unidad de medida de bienes transportados. Representa el transporte de una tonelada a lo largo de un kilómetro dentro del territorio nacional. Se obtiene con la sumatoria del producto de la cantidad de toneladas y los kilómetros recorridos por cada vehículo.	10 ⁹ t-km

⁸ El PRONASE es el instrumento mediante el cual el Ejecutivo Federal establece estrategias, objetivos, acciones y metas que permitan alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo. Se publicó el 27 de noviembre de 2009,

⁹ Equivalente a 32.4 PJ.

Pasajero - kilómetro	Unidad de medida de pasajeros transportados. Representa el transporte de un pasajero a lo largo de un kilómetro dentro del territorio nacional. Se obtiene con la sumatoria del producto de la cantidad de pasajeros y los kilómetros recorridos por cada vehículo.	10 ⁹ p-km
----------------------	---	----------------------

Los indicadores deben precisarse por uso (pasajeros o carga) y por modalidad, y se refieren solo a los viajes realizados dentro del territorio nacional:

- Autotransporte
 - Motocicletas (pasajeros)
 - Automóviles y camiones ligeros de pasajeros (SUV, Minivan, pick up y VAN) (pasajeros)
 - Autobuses de pasajeros (pasajeros)
 - Camiones ligeros, medianos y pesados de carga (carga)
- Aéreo (pasajeros y carga)
- Por agua (marítimo e interior) (pasajeros y carga)
- Ferroviario (pasajeros y carga)

1.1.1. Método de cálculo

1.1.1.1 Autotransporte en territorio nacional

Fuentes de información

En México no existe un único órgano administrador y concentrador de las actividades del sector autotransporte. Si bien la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) es la dependencia del Gobierno Federal que regula las actividades de transporte y provee de infraestructura carretera a la población, son, en mayor medida, los gobiernos locales (estatales y municipales) los responsables de administrar y monitorear el parque vehicular, así como de construir y mantener las vialidades locales del país. Con ello, cada estado tiene su propio sistema y control del registro vehicular.

Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) recopila, como parte de sus registros administrativos, la Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación, a través de un cuestionario enviado a las 32 entidades federativas del país. Esta información se encuentra detallada por clase de vehículo: motocicleta, automóvil, camión y autobús; y por tipo de servicio: público, privado y oficial. En este sentido, el INEGI fue la fuente de información oficial sobre el parque vehicular en México que se utilizó. No obstante, se considera que éste está sobrecontabilizado debido a las fallas en el control vehicular de cada estado, y en particular a la inexistencia de un procedimiento eficiente en el registro de bajas de vehículos.

Para conocer y determinar el consumo de energía y hábitos de uso y traslado por modalidad del subsector autotransporte se realizó una extensiva revisión documental y estadística. Cabe mencionar que en algunos casos específicos se obtuvieron datos seccionados de acuerdo con el tipo de vehículo, el servicio brindado (en su mayoría público) y la región o estado del país (por ejemplo, autobuses interurbanos). Sin embargo, no se encontró ninguna fuente de

información que proporcionara datos completos y útiles para la estimación de todas las variables e indicadores.

La información disponible y faltante, con base en la revisión estadística y el análisis comparativo de la misma, se presenta en la Tabla 2.

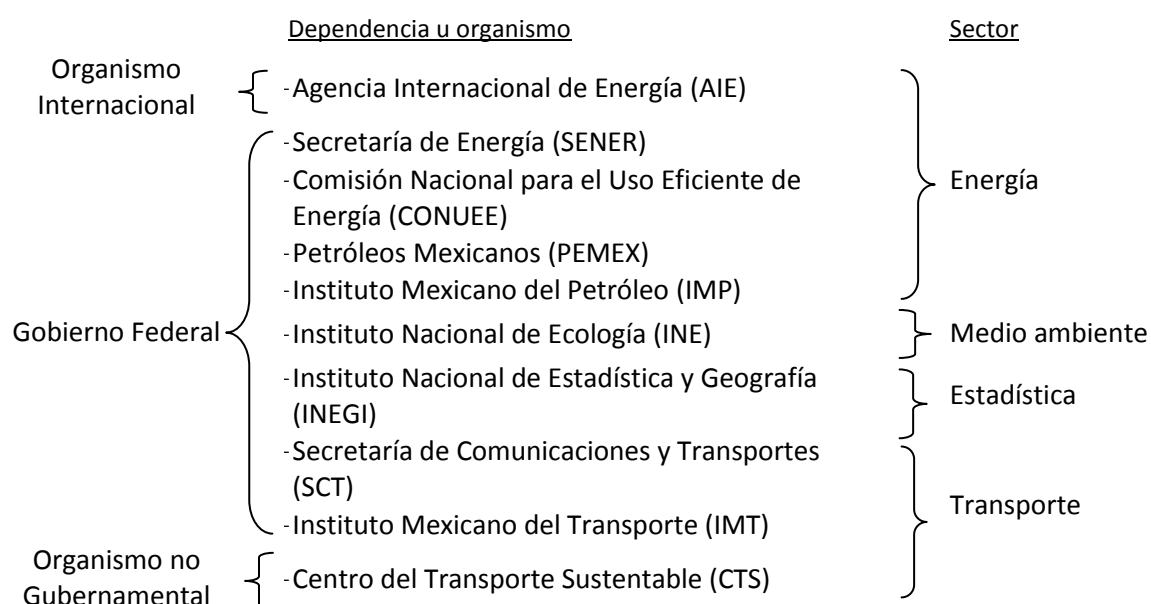
Tabla 2. Información disponible, estimada y faltante para la construcción de indicadores del autotransporte

Variable o indicador	Información disponible de fuentes directas (revisión de datos)	Información estimada	Información faltante
Número de unidades en uso (v)	<ul style="list-style-type: none"> • Automóviles, camiones ligeros de pasajeros • Motocicletas • Autobuses de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos - Transporte público de pasajeros (D.F., Guadalajara, Monterrey) • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos 	Vehículos activos en 2010: <ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas • Automóviles <ul style="list-style-type: none"> - Carros <ul style="list-style-type: none"> - de los cuales Taxis - Camionetas ligeras de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - de los cuales Taxis • Autobuses • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Ligeros - Medianos - Pesados 	Vehículos activos en 1990-2009 (misma división) El transporte de carga está subestimado
Distancia recorrida (km)	<ul style="list-style-type: none"> • Autobuses de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos - Transporte público de pasajeros (D.F., Guadalajara, Monterrey) • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos 	Vehículos activos en 2010: <ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas • Automóviles <ul style="list-style-type: none"> - Carros <ul style="list-style-type: none"> - de los cuales Taxis - Camionetas ligeras de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - de los cuales Taxis • Autobuses • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Ligeros - Medianos - Pesados 	Vehículos activos en 1990-2009 (misma división) El transporte de carga está subestimado
Carga transportada (t y t-km)	<ul style="list-style-type: none"> • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos 	Vehículos activos en 2010: <ul style="list-style-type: none"> • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Ligeros - Medianos - Pesados 	Vehículos activos en 1990-2009 (misma división) La información está subestimada
Pasajeros transportados (p y p-km)	<ul style="list-style-type: none"> • Autobuses de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos - Transporte público de pasajeros (D.F., Guadalajara, Monterrey) 	Vehículos activos en 2010: <ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas • Automóviles <ul style="list-style-type: none"> - Carros <ul style="list-style-type: none"> - Taxis - Camionetas ligeras de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - Taxis • Autobuses 	Vehículos activos en 1990-2009 (misma división)

Consumo de energía por tipo de combustible (PJ)	<ul style="list-style-type: none"> • Autobuses de pasajeros <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos - Transporte público de pasajeros (D.F., Guadalajara, Monterrey) • Camiones de carga <ul style="list-style-type: none"> - Interurbanos 	Consumo de energía en 2010 de: <ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas • Automóviles • Autobuses de pasajeros • Camiones de carga 	Consumo de energía durante el periodo 1990-2009 (misma división). El consumo de energía para el transporte de carga está subestimado
---	---	---	---

Encuesta sobre el consumo de combustibles en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad

Derivado de la revisión estadística, se concluyó que la información existente del autotransporte era insuficiente para el cálculo de los indicadores; por lo que se llevaron a cabo reuniones con dependencias y organismos vinculados al subsector autotransporte. Se propuso la implementación conjunta de mecanismos alternativos de recopilación de información y construcción de estadísticas de esta modalidad de transporte, considerando el interés y grado de especialización de cada dependencia u organismo participante. Las dependencias y organismos participantes en las reuniones fueron:



En dichas reuniones se concertó un acuerdo de colaboración técnica y metodológica para la realización de una encuesta sobre el autotransporte de carga y pasajeros, que implementaría la SENER.

De esta forma, la SENER llevó a cabo el proyecto de encuesta sobre el consumo de combustibles en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad, en coordinación con la AIE, contando con la colaboración y apoyo conceptual y técnico de las dependencias u organismos mencionados anteriormente. Cabe mencionar que la AIE asesoró y participó activamente en el diseño del cuestionario y en la selección de la empresa consultora.

Para el levantamiento de la encuesta fue necesario el financiamiento y colaboración de otros participantes:

Financiamiento: Para la realización del proyecto, 55% del financiamiento se obtuvo a través del Fondo Sectorial CONACYT¹⁰-SENER Sustentabilidad Energética y 45% de la AIE (recursos del proyecto financiado por SPF).

Contratación de la empresa consultora: Para el levantamiento de la encuesta se contrató a una empresa consultora¹¹ mediante un proceso de selección que consideró la evaluación de puntos primordiales vinculados con la cotización y propuesta de cuatro diferentes empresas consultoras participantes. Los elementos evaluados fueron: diseño de cuestionario, diseño de la muestra, estrategia de levantamiento y experiencia de la empresa y de los consultores¹².

Diseño de la muestra: Para el diseño de la muestra, se solicitó a PEMEX el padrón actualizado de estaciones de gasolina y diesel; y a la Dirección General de Gas L.P. de la SENER el padrón de estaciones de gas L.P., con el mayor detalle posible. Esta información se manejó bajo los criterios de confidencialidad y reserva, y se utilizó únicamente para el diseño de la muestra.

Características de la Encuesta

Objetivo general

Conocer al detalle el consumo de combustibles del autotransporte de carga y pasajeros por modalidad, así como los hábitos de traslado de la población a nivel regional y nacional.

Objetivos específicos

- Conocer al detalle la composición y tendencias del consumo de combustibles por fuente para el autotransporte de pasajeros y carga por modalidad, a nivel regional y nacional.
- Conocer los hábitos de traslado de la población, a nivel regional y nacional.
- Construir indicadores de eficiencia energética.
- Proporcionar información desagregada sobre el consumo energético en el sector autotransporte que permita al INE estimar las emisiones GEI del sector autotransporte con un nivel 2, con base en la metodología IPCC.

Diseño de muestra y estrategia de levantamiento

- El diseño muestral fue representativo a nivel regional y nacional. Se seleccionaron 5 zonas geográficas en el país:
 - Norte: Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora, Sinaloa y Tamaulipas.
 - Centro Norte: Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas.
 - Centro Sur: Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.
 - Centro: Distrito Federal y Estado de México.
 - Sur-sureste: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.
- La recopilación de información se realizó en estaciones de gasolina y diesel, y de gas L.P. distribuidas en todo el país. La selección de los puntos de muestreo se realizó por estratificación de regiones geográficas y de acuerdo con las características de ubicación de las estaciones de

¹⁰ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

¹¹ Proyecto conjunto entre Alicia de la Macorra Barroso (AL&MAC) y METRIA.

¹² A cada punto se le dio una ponderación del 25%.

gasolina y diesel, y de gas L.P.

- Los tipos de estación de servicio de acuerdo con su ubicación fueron: urbana no esquina, urbana esquina, carretera, rural en poblado, miniestación urbana, rural fuera de poblado, autoconsumo pasajeros, zona especial, autoconsumo carga y autoconsumo particular.
- Se diseñó la muestra en dos etapas: (1) de un total de 8,945 estaciones de gasolina y diesel y 2,658 estaciones de gas L.P., se seleccionaron 545 unidades proporcionales al tamaño de cada estrato; (2) mediante salto sistemático, se seleccionaron aleatoriamente a los vehículos en las estaciones de muestreo para realizar una breve entrevista a los conductores. Con ello se calculó el levantamiento de por lo menos 10,000 entrevistas con un error muestral de 2.2 puntos porcentuales a nivel total, en un intervalo de confianza de 95% para el consumo de cada tipo de combustible. Se obtuvieron 24,630 entrevistas confiables.
- Se realizó un levantamiento de aforo vehicular en cada estación de gasolina y diesel, y de gas L.P. por intervalos de 5 minutos.

Ventajas y desventajas

Las ventajas que presenta este tipo de levantamiento son:

- Permite conocer exactamente el tipo de combustible que utilizan las distintas modalidades de autotransporte.
- Con una única metodología (diseño de muestra, estrategia de levantamiento y cuestionario) se puede obtener información del transporte de pasajeros.
- Su costo económico es comparativamente menor al de otro tipo de estudios, como por ejemplo una encuesta de origen y destino.

Las desventajas encontradas son las siguientes:

- Puede haber duplicación de unidades muestrales.
- Los conductores de vehículos particulares no suelen conocer la distancia que recorren.
- Existe una mayor dificultad para realizar entrevistas en las unidades de servicio de autoconsumo.
- Se requiere de una estrategia adicional para obtener información completa sobre el transporte de carga (especialmente para las flotas de camiones).

Si bien estas desventajas se subsanaron, en su mayoría, bajo mecanismos de control apropiado y un buen diseño de cuestionario, es necesario realizar un levantamiento para el transporte de carga que complemente los resultados de esta encuesta.

Alcances

Derivado de la colaboración y el apoyo obtenidos de diferentes organismos y dependencias del sector federal, internacional y no gubernamental, se contempló que el alcance del proyecto fuera mayor a los objetivos y propósitos establecidos por la SENER.

A través de los resultados del proyecto se buscó la elaboración de los siguientes productos:

- Indicadores de eficiencia energética. Proyecto conjunto SENER-AIE.
- Estimaciones de emisiones GEI del sector autotransporte con un nivel 2, con base en la metodología IPCC. Proyecto del INE.
- Estadística de consumo energético en el sector autotransporte por modalidad para su integración en el Balance Nacional de Energía. Proyecto de la SENER.
- Estimaciones de consumo energético en el sector autotransporte para estudios prospectivos. Proyecto del IMP.
- Integración de estadísticas para la formulación de políticas públicas del sector autotransporte.

Si bien, previo al levantamiento de la encuesta, se tenía información parcial de algunas modalidades de autotransporte (por ejemplo, autobuses interurbanos), para el diseño de la encuesta se tomó la decisión de incluir todas las modalidades.

Por este motivo, el cuestionario se diseñó para caracterizar no sólo al sector autotransporte de acuerdo con el nivel de desagregación solicitado por la AIE, sino también con una desagregación por tipo de vehículo, servicio brindado y zona de tránsito, para obtener un panorama más completo y detallado del subsector.

Estimación de variables e indicadores a partir de la información de la encuesta

1. Para categorizar los vehículos encuestados, se registró, por observación, el tipo de vehículo encuestado: motocicleta, automóvil, camión ligero (SUV, minivan, van, pick up y panel), taxi, autobús, camión medianos y camión pesado.

Debido a que los camiones ligeros pueden utilizarse tanto para el transporte de pasajeros como el de carga, se preguntó a los conductores por el uso principal del vehículo: transporte de pasajero, transporte de carga o uso múltiple. En el caso de uso múltiple del vehículo, se determinó el uso principal de acuerdo con el número de pasajeros y carga reportados. De esta forma, se pudo segmentar a los camiones ligeros en pasajeros o carga.

2. Los resultados de la encuesta se ponderaron considerando el aforo vehicular en un año. El factor de ponderación para las estaciones de servicio comercial¹³ se calculó extrapolando la afluencia de vehículos en las estaciones de servicio, por su tipo y ubicación geográfica, a partir de la distribución promedio del aforo de cada estación registrada durante los días de observación. Para ello se supuso que cada tipo de vehículo estuvo bien representado en la muestra.

De esta forma, el cálculo para cada estación de servicio comercial, de acuerdo con su región y tipo de combustible utilizado (gasolina y diesel o gas L.P.), fue el siguiente:

$$F_j = \frac{1}{D_j} \sum_k \sum_i V_{j,k,i} \left(\frac{H_{j,k}}{H_{j,k,i}} \right) \left(\frac{M_j}{M_{j,k,i}} \right) \left(\frac{E_r}{EM_r} \right) T_j$$

Donde:

F_j es el factor de ponderación para la estación j en la región r .

$V_{j,k,i}$ es el número de vehículos observados en el momento i del día k en la estación j .

$H_{j,k}$ son los minutos de servicio de la estación j en un día k .

$$H_{j,k} = \begin{cases} 1,440 \text{ minutos (ó 24 horas)} & \text{Si } j \text{ es una estación en carretera o urbana esquina} \\ 960 \text{ minutos (ó 16 horas)} & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$H_{j,k,i}$ son los minutos del intervalo de observación en el día k de la estación j .

M_j es el número total de dispensarios en la estación j .

¹³ Estaciones abiertas al público en general.

$M_{j,k}$ es el número de dispensarios funcionando en la estación j el día k .

D_j es el número de días totales observados en la estación j .

E_r es el número de estaciones de la región r .

EM_r es el número de estaciones en la muestra de la región r .

T_j es el periodo de recarga promedio de cada vehículo en referencia a 365 días en el año¹⁴.

Para los camiones de carga, los factores calculados se sustituyeron por los factores de participación del INEGI de cada región, debido a que esta modalidad estuvo subrepresentada en la muestra. Lo anterior se realizó con excepción de los camiones de carga en las estaciones de autoconsumo, debido a que se contó con información de toda la flota vehicular que se abastece de combustible en las mismas.

3. Con los factores de ponderación calculados, se estimó el tamaño del parque vehicular activo en 20,680,910, lo que representó 73.4% del parque reportado por INEGI en 2009. De esta forma se descartaron las unidades en desuso, ya sea por problemas mecánicos, abandono, etc. y las unidades que no se utilizan con frecuencia, como por ejemplo, algunos vehículos de colección. Es decir, se contabilizaron únicamente los vehículos que efectivamente están circulando en el país y que acuden a las estaciones de suministro de combustible (Tabla 3).

Tabla 3. Comparativo entre universo INEGI y universo activo aforos por modalidad

Tipo de vehículo	Registro de vehículos INEGI	Vehículos activos Encuesta SENER/AIE
Motocicleta	1,007,031	606,138
Automóvil y camión ligero de pasajeros	18,546,472	16,333,565
Autobús ¹⁵	281,526	290,534
Camión ligero de carga	6,578,021	2,393,266
Camión mediano de carga	1,021,469	594,568
Camión pesado de carga	750,808	462,838
Total	28,185,327	20,680,910

Fuente: Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación, INEGI y Encuesta sobre el consumo de combustible en el sector autotransporte de carga y pasajero por modalidad, SENER/AIE, 2010.

4. Para estimar la distancia recorrida por cada vehículo se utilizaron dos preguntas complementarias en el cuestionario:

- Lectura del odómetro
- Kilómetros recorridos en un día normal

De esta forma se tuvo mayor conocimiento de la variable de interés, a partir de cuales quiera de las dos preguntas.

¹⁴ Se utilizó la pregunta 15 del cuestionario: ¿cuántos días le dura la recarga de combustible? Se estableció 30 días como valor máximo posible.

¹⁵ El número de vehículos activos es superior al registro del INEGI debido a que se contó con un error muestral de 2.2 puntos porcentuales en las estimaciones y porque se supone que todos los vehículos registrados permanecen activos en algún momento en el año.

Para convertir la lectura del odómetro en distancia promedio diaria y hacerla comparable con los kilómetros recorridos en un día, se utilizó el número de vueltas del odómetro reportado y el año del vehículo. Sin embargo, se encontraron varios casos con valores atípicos, por lo que se decidió descartarlos, acotando los valores entre 10,000 y 365,000 kilómetros promedio recorridos en un año.

Por otro lado, se observó que la variable de kilómetros recorridos en un día normal fue la más completa y consistente, por lo que se tomó como la variable base para calcular la distancia recorrida, y se complementó con el cálculo de la distancia promedio diaria obtenida a partir de la lectura del odómetro.

Para el cálculo de la distancia total recorrida en un año se anualizó la distancia recorrida en un día y se extrapoló al universo general por tipo de vehículo, tipo de combustible consumido y región geográfica, debido a que estas variables no fueron reportadas en todos los casos.

5. Con el valor estimado de la distancia recorrida por vehículo y el reporte de pasajeros y toneladas que se transporta regularmente, se calcularon los indicadores pasajero-kilómetro y tonelada-kilómetro:

$$p - km_j = \sum_i (pasajeros_i \times km_i)$$

$$t - km_f = \sum_i (toneladas_i \times km_i)$$

Donde:

i es el vehículo de tipo j ó f .

$j = \{\text{motocicletas, automóviles, autobuses}\}$

$f = \{\text{camiones de carga}\}$

De la misma manera, estos resultados se extrapolaron al universo general por tipo de vehículo, tipo de combustible y región geográfica.

6. El indicador de vehículo-kilómetro se calculó utilizando el número total de vehículos activos (ponderación a partir del aforo) por la distancia promedio recorrida por tipo de vehículo:

$$v - km_j = \sum_i vehiculos_{j,i} \times \sum_i \frac{km_{j,i}}{n_j}$$

Donde:

i es el vehículo de tipo j .

$j = \{\text{automóvil, motocicleta, autobús, camión de carga}\}$.

n_j es el número de vehículos de tipo j .

$km_{j,i}$ es el número total de kilómetros recorridos por los vehículos del tipo j .

7. Por último, para estimar la cantidad de combustible consumido se anualizó el reporte de consumo de cada vehículo utilizando la frecuencia de carga de combustible, se calculó la participación de consumo por tipo de combustible y modalidad, y se aplicó dicha distribución al consumo total reportado por la SENER en el Balance Nacional de Energía.

1.1.1.2 Transporte aéreo en territorio nacional

Fuentes de información

La regulación, planeación y desarrollo de los servicios de transporte aéreo se concentran en la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de la SCT, que a su vez se encarga de la prestación y control de los servicios de navegación área y de establecer las condiciones de operación a las que se deben sujetar las aeronaves nacionales e internacionales.

La DGAC administra el Registro Aeronáutico Civil, que almacena información de todas las aeronaves nacionales sobre los certificados de matrícula y de aeronavegabilidad, las concesiones y permisos de servicio aéreo, las pólizas de seguro y los datos de propiedad y del propietario.

En el certificado de matrícula están establecidas las marcas para las aeronaves civiles mexicanas: XA, para las de servicio al público que se emplean para la prestación al público de un servicio de transporte aéreo regular (comerciales) o no regular (fletamento y taxi); XB, para las de servicio privado que se destinan para usos comerciales diferentes al servicio al público o para transporte particular sin fines de lucro, y aquellas cuyo fin expreso sea la experimentación, acrobacia, exhibición y las que por su naturaleza sean de colección; y XC, para las aeronaves de Estado que son propiedad o para uso de la Federación.

Las aeronaves privadas no comerciales (sin fines de lucro) y las del Estado no requieren permiso de operación, por lo que no se cuenta con información detallada sobre el tránsito, frecuencia de uso y características de vuelo de las mismas. No obstante, es requisito que cuenten con el certificado de matrícula y de aeronavegabilidad para la entrada y salida de los aeropuertos y aeródromos del país.

Por su parte, la operación de los vuelos públicos nacionales se realiza a través de permisos de operación que otorga la SCT por medio de concesiones de rutas específicas. Cabe mencionar que el servicio público aéreo en territorio nacional es de uso exclusivo para las aerolíneas nacionales. En el caso de aeronaves de fletamento, no se concesionan las rutas debido a la irregularidad de los vuelos, pero se debe solicitar autorización de la SCT previo a la operación. En consecuencia, el resumen de los registros de vuelo de las aeronaves está disponible únicamente para las aeronaves regulares y de fletamento comerciales.

Las principales fuentes de información del transporte aéreo fueron la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de la SCT, que cuenta con los registros de aeronaves y operatividad de las aeronaves de aerolíneas comerciales; Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), que es el organismo descentralizado del Gobierno Federal encargado del suministro de combustible

para aeronaves nacionales e internacionales a lo largo del territorio nacional; y los Manuales Estadísticos del Sector Transporte (2002-2009), elaborados por el IMT y la SCT.

A partir del análisis de la estadística oficial disponible del sector, se observó que México cuenta con información oportuna y relativamente completa sobre el transporte aéreo comercial en territorio nacional. Sin embargo, esto no ocurre para la aviación privada u oficial, pues no se tienen registros sobre su uso, operación y tránsito debido a que su control no es tan riguroso. La Tabla 4 muestra la información disponible y faltante para la construcción de indicadores de eficiencia energética del sector aéreo.

Tabla 4. Información disponible, estimada y faltante para la construcción de indicadores del transporte aéreo

Variable o indicador	Información disponible de fuentes directas (revisión de datos)	Información estimada	Información faltante
Número de unidades en uso (v)	<ul style="list-style-type: none"> Número de unidades matriculadas en México (comerciales, privadas y oficiales). Uso de las aeronaves de aerolíneas mexicanas comerciales, dividido en: <ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros - Carga - Fletamento 	<ul style="list-style-type: none"> Asignar el uso general (pasajeros o carga) de las aeronaves de fletamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de las aeronaves privadas u oficiales.
Distancia recorrida (km)	<ul style="list-style-type: none"> Distancia recorrida por aerolíneas mexicanas comerciales en vuelos nacionales para el periodo 1992 a 2008, por: <ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros - Carga - Fletamento 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia recorrida por aerolíneas mexicanas comerciales en vuelos nacionales en 2009. <ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros - Carga - Fletamento 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia recorrida por aerolíneas mexicanas comerciales en vuelos nacionales en 1990 y 1991: <ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros - Carga - Fletamento Distancia recorrida por las aeronaves privadas u oficiales.
Pasajeros y carga transportada (p, p-km, t y t-km)	<ul style="list-style-type: none"> Pasajeros y toneladas transportadas de las aerolíneas mexicanas comerciales en vuelos nacionales. P-km y T-km de las aerolíneas mexicanas comerciales en vuelos nacionales. 		<ul style="list-style-type: none"> Pasajeros y toneladas transportadas por las aeronaves privadas u oficiales. P-km y T-km de las aeronaves privadas u oficiales.
Consumo de energía por tipo de combustible (PJ)	<ul style="list-style-type: none"> Combustible total suministrado a nivel nacional. 85% del combustible total suministrado dividido en aerolíneas mexicanas y aerolíneas internacionales¹⁶. 	<ul style="list-style-type: none"> Combustible suministrado únicamente para vuelos en territorio nacional, dividido en: <ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros - Carga 	<ul style="list-style-type: none"> Combustible suministrado para vuelos de aeronaves privadas u oficiales.

En consecuencia, se analizó la correspondencia y comparabilidad de la estadística disponible, procurando obtener datos con la misma base de medición para construir los indicadores de

¹⁶ El 15% restante corresponde al consumo de otras aerolíneas comerciales y aeronaves privadas u oficiales.

eficiencia energética de manera adecuada. Esto es, porque se detectó que mucha de la información disponible estaba referenciada a ciertos segmentos del tráfico aéreo y no a la totalidad del mismo. Para ello, se homologó la base de la información a través de los siguientes supuestos y análisis de acuerdo con las características del sector.

Estimación de las variables y cálculo de indicadores

1. Con base en la estadística disponible de la DGAC, en 2009 se contabilizaron 7,952 unidades aéreas matriculadas en México, de las cuales 369 pertenecieron a aerolíneas de vuelos comerciales (Tabla 5 y Tabla 6).

De las 7,583 aeronaves restantes, se conocía la clasificación por el tipo de servicio que brindan (comerciales, privadas y oficiales) de acuerdo con el Registro Aeronáutico Mexicano (Tabla 5). Sin embargo, no se contó con información adicional sobre las mismas, debido a que el monitoreo de los viajes que realizan únicamente considera la entrada y salida de los aeropuertos y aeródromos, sin conocer el detalle del recorrido y de los pasajeros o carga que transportan.

Tabla 5. Total de aeronaves matriculadas, 1990-2009

Aeronaves	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
XA (Comerciales)	847	1,283	1,173	1,170	1,158	1,213	1,398	1,406	1,489	1,646	1,723	1,742
XB (Privadas)	4,442	4,520	4,786	4,796	4,761	4,885	5,281	5,331	5,403	5,561	5,735	5,858
XC (Oficiales)	585	623	517	567	433	440	393	435	324	365	352	352
Total	5,874	6,426	6,476	6,533	6,352	6,538	7,072	7,172	7,216	7,572	7,810	7,952

Fuente: DGAC, SCT.

Lo anterior se debe a que en México persisten diferencias en la normatividad aplicable a la aviación comercial y privada, a pesar de que por cuestiones de seguridad operacional y de medio ambiente, lo ideal sería que las aeronaves privadas se ajustaran a las mismas reglas de aviación que las aeronaves comerciales.

Tabla 6. Aeronaves de aerolíneas comerciales de vuelos nacionales (pasajeros y carga)

Tipo de servicio	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Carga		7	12	33	25	28	40	41	47	51	47	50
Pasajeros	133	225	281	290	287	295	270	292	318	342	330	319
Troncales	100	143	170	178	189	198	206	217	239	256	230	195
Regionales	33	68	89	100	86	80	60	70	74	77	86	116
Fletamento		14	22	12	12	17	4	5	5	9	14	8
Total	133	232	293	323	312	323	310	333	365	393	377	369

Fuente: DGAC, SCT.

Se hizo el supuesto de que el consumo de gas avión corresponde únicamente a las aeronaves privadas y oficiales, ya que por sus dimensiones y características técnicas no es común que estas aeronaves sean utilizadas por las aerolíneas comerciales. Además, la participación de las

aeronaves de pistón en la actividad aérea¹⁷ es muy pequeña en comparación con las aeronaves de turbina; el consumo de gas avión en México representa cerca de 0.8% del total de energía suministrada al subsector¹⁸.

Debido a la falta de información operativa sobre las aeronaves privadas, oficiales y de algunas aeronaves de servicio público no regulares, bajo el supuesto de que éstas consumen solamente gas avión¹⁹ y cuya participación en el consumo de combustible total es poco significativa, se tomó la decisión de considerar sólo la información correspondiente a las aeronaves de aerolíneas comerciales (369 aeronaves en 2009) y su operación. Por lo tanto, se excluyó el reporte de consumo de gas avión en el cálculo de indicadores para mantener la consistencia y correspondencia de la información.

2. Para las 369 aeronaves de vuelos comerciales registradas en 2009 se obtuvo su clasificación, dependiendo del tipo de aerolínea a la que pertenecían: aerolíneas troncales y regionales, que corresponden a aerolíneas de pasajeros; aerolíneas de fletamento (transporte mixto); y aerolíneas exclusivas de carga (Tabla 6).

Para clasificar las aeronaves de fletamento en uso para transporte de pasajeros o de carga se analizó la estadística por empresa y se determinó que su uso más frecuente es para transporte de pasajeros. Para transporte de carga, la intensidad de los viajes se presenta en vuelos internacionales, debido a que existen otras alternativas de menor costo en distancias menores. En este sentido, se supuso que todas las unidades de fletamento se utilizaron para el transporte de pasajeros.

3. Los indicadores de pasajero-kilómetro y tonelada-kilómetro se obtuvieron a través de los Manuales Estadísticos del Sector Transporte que elaboran el IMT y la SCT.

Los datos del indicador toneladas-kilómetro y del registro de aeronaves exclusivas de carga para los años 1990 y 1991 presentaron inconsistencias, pues a pesar de que no se contó con información de aeronaves de carga registradas para ese periodo, sí se tenía un cálculo del indicador de tráfico nacional de carga. Esto se debió a la falta de aviones especializados de carga en dichos años; sin embargo, se llevaba un control estadístico de los movimientos de carga realizados por empresas de transporte de pasajeros (servicio mixto)²⁰. Por este motivo se excluyeron los datos de tráfico nacional de carga para los años 1990 y 1991, para mantener la consistencia en la información e indicadores.

4. Con relación al indicador vehículo-kilómetro, éste se calculó multiplicando el número de aeronaves, por tipo de uso (carga y pasajero), por la distancia media recorrida que reporta el IMT en el Manual de Estadística del Sector Transporte.

¹⁷ Número de viajes y distancias recorridas

¹⁸ Balance Nacional de Energía 2008

¹⁹ En su mayoría, las aeronaves de motores alternativos (motor de pistones) o motores Wankel caracterizadas por pequeñas unidades de uso privado utilizan gas avión. En contraste, las aeronaves con motores de encendido por compresión o motores de turbina utilizan turbosina.

²⁰ IMT.

5. Si bien se conocía la cantidad de combustible consumido en el transporte aéreo por tipo (turbosina y gas avión), no se contó con información desagregada en el consumo destinado para vuelos en territorio nacional e internacional ni para vuelos de pasajeros y de carga.

Por ello se tomó la decisión de considerar únicamente el consumo de turbosina para transportación aérea comercial. Esto se derivó del primer punto, en donde se estableció que las aeronaves de motor de pistón que consumen gas avión no se contabilizarían debido al supuesto de su pertenencia al sector privado o al Estado.

En segundo lugar, ASA proporcionó información desagregada sobre el suministro de combustible abastecido a las aerolíneas nacionales y a las internacionales para el periodo 2003 a 2009, correspondiente únicamente al 85% del total de combustible suministrado a nivel nacional²¹.

Se consideró la participación del combustible consumido por las aerolíneas nacionales, toda vez que los vuelos en territorio nacional están concesionados a las mismas. A partir de ello, se estimó la participación del consumo de las aerolíneas nacionales para los años previos a 2003, omitiendo los datos atípicos de 2007 y 2008 para suavizar su comportamiento, con lo cual se obtuvo un promedio de 49% de turbosina consumida por las aerolíneas nacionales. Esta proporción se utilizó para el total de la turbosina suministrada, quedando pendiente asignar el valor del combustible consumido únicamente para los vuelos dentro del territorio nacional dividido por carga y pasajero.

El consumo de turbosina para vuelos en territorio nacional se aproximó a partir del consumo de las aerolíneas nacionales y de su distancia recorrida en vuelos dentro del territorio nacional. Para ello, la DGAC proporcionó la distancia recorrida por las aeronaves comerciales de pasajeros y fletamento y por las aeronaves de carga. Se contó con información a partir de 1992 (Tabla 7). La DGAC estima la distancia recorrida por las aeronaves en vuelos nacionales utilizando el siguiente método de cálculo:

$$\text{Distancia recorrida}^{22} = (\text{km origen} - \text{destino}) \times (\text{Número de vuelos reportados})$$

Tabla 7. Kilometraje total anual recorrido por aerolíneas mexicanas en vuelos nacionales de pasajeros y carga (miles de km), 1992-2008

Periodo	1992	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Pasajeros	276,812	391,288	401,623	394,599	417,328	495,575	398,497
Carga				7,420	8,602	8,858	9,691
Total	276,812	391,288	401,623	402,018	425,930	504,433	408,188

Fuente: DGAC, SCT.

²¹ El 15% restante corresponde al consumo de otras aerolíneas comerciales y aeronaves privadas u oficiales.

²² Distancias de acuerdo a: catálogo de SENEAM para rutas domésticas, catálogo de OACI y <http://gc.kls2.com> para rutas internacionales

Por último, se utilizaron los kilómetros recorridos por las aerolíneas nacionales en vuelos nacionales para obtener la proporción del consumo de turbosina en el transporte de pasajeros y de carga. Con ello, el cálculo definitivo fue el siguiente:

$$Turbosina\ consumida_i = \text{litros suministrados } \beta \gamma \delta_i$$

Donde:

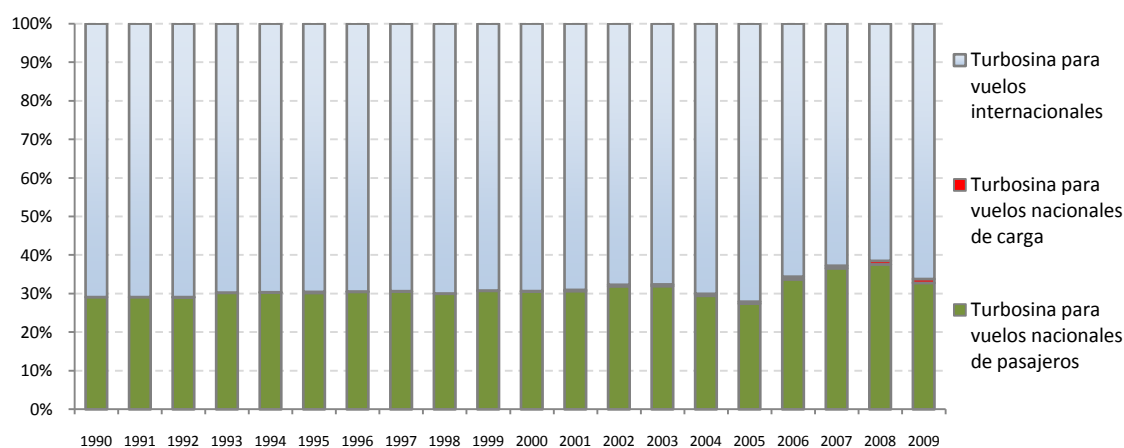
$i = \{\text{pasajeros, carga}\}$.

β es el porcentaje de combustible suministrado a las aerolíneas nacionales.

γ es la participación de la distancia recorrida por las aerolíneas nacionales en vuelos en territorio nacional.

δ es la participación de la distancia recorrida por los vuelos en territorio nacional de pasajeros o de carga.

Figura 1. Participación de la turbosina suministrada para vuelos nacionales e internacionales, 1990-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, SCT y ASA

Se espera mejorar esta estimación en un futuro a través de la estadística operacional más detallada y precisa que la DGAC comenzó a reportar a partir del primer trimestre de 2010 (estadísticas de vuelo por tipo de servicio).

1.1.1.3 Transporte ferroviario en territorio nacional

Fuentes de información

La red ferroviaria mexicana, que en 2009 contaba con una extensión de 26,704 km de vías férreas en operación distribuidas en el país²³, conecta las ciudades más importantes y los principales puertos y fronteras, cubriendo y comunicando la mayor parte del territorio nacional.

²³ Anuario Estadístico 2008. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La red ferroviaria le pertenece a la nación y es operada, desde 1995, a través de concesiones otorgadas a las empresas ferroviarias, principalmente de carga. El sistema ferroviario de carga se encuentra centralmente regulado y coordinado por la SCT, quien a su vez concentra información básica de su operación.

Debido a que la infraestructura ferroviaria se utiliza principalmente para el transporte de carga, la participación del transporte de pasajeros es pequeña y se encuentra concentrada, en su mayoría, en los sistemas de transporte eléctrico urbano: el Tren Suburbano, administrado por la SCT, que comenzó a operar a finales de 2008, y las redes de transporte público eléctrico de las tres principales ciudades del país, Distrito Federal (D.F.)²⁴, Guadalajara y Monterrey (Tabla 8).

Tabla 8. Principales indicadores del transporte eléctrico urbano

Sistema de transporte eléctrico urbano	Año de inicio de operación	Longitud de vías (km)	Capacidad máx. diaria (pasajeros)	# de líneas	# de estaciones	# de unidades
Sistema de Transporte Colectivo Metro D.F.	1969	201.7	3,900,000	11	175	3,012
Servicio de Transporte Eléctrico del D.F.	Tren ligero	1986	29	70,000	1	18
	Trolebús	1951	413	250,000	16	387
Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara	1989	26	200,000	2	29	48
Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey	1991	32	165,000	2	32	84

Fuente: Sistema de Transporte Colectivo Metro, Servicio de Transporte Eléctrico del D.F. (STE), Sistema de Tren Eléctrico Urbano (SITEUR) y Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey.

La información del transporte ferroviario en México fue proporcionada por las dependencias del Gobierno Federal y de los gobiernos estatales que regulan y coordinan la operación del transporte por vía o eléctrico:

Fuente de información	Información entregada
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal (DGTFM), SCT	Información completa sobre el sistema ferroviario nacional de carga y pasajeros, incluyendo el Tren Suburbano del Valle de México.
Sistema de Tren Eléctrico Urbano, Gobierno de Jalisco (SITEUR)	Información sobre el tren eléctrico de la Ciudad de Guadalajara para el periodo 2007-2009.
Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, Gobierno de Nuevo León	Información completa sobre el metro de Monterrey
Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México	Información completa sobre el metro de la Ciudad de México
Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE)	Información sobre el trolebús y el tren ligero de la Ciudad de México para el periodo 1995-2009

Para la recopilación de datos sobre el consumo energético del sistema ferroviario y transporte eléctrico, la SENER envía anualmente un formato a las cinco dependencias mencionadas, en donde se solicita el llenado de variables e indicadores operativos de cada sistema de transportación ferroviario o eléctrico:

- Carga / pasajeros transportados

²⁴ Se menciona indistintamente a la Ciudad de México y al Distrito Federal.

- Distancia media recorrida en kilómetros
- Toneladas-kilómetro / pasajeros-kilómetro
- Número de unidades divididas en unidades de tracción y de carga/pasajeros
- Antigüedad del equipo en periodos de 10 años
- Consumo de energía para tracción y en auxiliares, por tipo de energético

De esta forma, la SCT y las Secretarías de Transporte del D.F., Jalisco y Nuevo León reportan directamente a la SENER las variables e indicadores, cuya información se integra en el Balance Nacional de Energía. Dentro de la labor de recopilación de información, no se incorporaron los datos correspondientes al sistema de trolebús de la ciudad de Guadalajara, operado por el Sistema de Transporte Colectivo de la Zona Metropolitana (Sistecozome). Se espera incorporar esta información para los cálculos subsecuentes de los indicadores de eficiencia energética.

Por su parte, el INEGI concentra información mensual sobre la Estadística de Transporte Urbano de Pasajeros (ETUP) con el objetivo de caracterizar el transporte en las principales áreas urbanas del país (D.F., Guadalajara y Monterrey). Si bien esta información sirve para la construcción de algunos indicadores, el nivel de detalle no es suficiente, principalmente en lo que respecta al consumo de energía.

Los indicadores de transporte ferroviario de carga se calcularon directamente con la información entregada por la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal de la SCT. En tanto que el cálculo de indicadores del transporte ferroviario y eléctrico de pasajeros se realizó con un enfoque de abajo hacia arriba²⁵, considerando de manera individual los datos por fuente de información de todo el sistema obtenidos a través del formato enviado por la SENER.

En algunos casos no se contó con información completa para todo el periodo de reporte (1990-2009), por lo que se complementó con información de la ETUP del INEGI. Para el transporte eléctrico de Guadalajara y el tren eléctrico y trolebús del D.F. se realizaron estimaciones para algunos años, con base en el comportamiento y análisis de las series y en información adicional encontrada.

El resumen de la información disponible y faltante a partir de la recopilación de información por parte de la SENER, se presenta en la Tabla 9.

²⁵ Enfoque bottom up

Tabla 9. Información disponible, estimada y faltante para la construcción de indicadores del transporte ferroviario

Variable o indicador	Información disponible de fuentes directas (revisión de datos)	Información estimada	Información faltante
Número de unidades en uso (v)	<ul style="list-style-type: none"> Número de unidades de cada sistema de transporte ferroviario y eléctrico: <ul style="list-style-type: none"> Sistema ferroviario nacional – SCT Tren Eléctrico Urbano – Guadalajara Metrorrey - Monterrey Metro – D.F. Transporte eléctrico – D.F. 		
Distancia recorrida (km)	<ul style="list-style-type: none"> Distancia total anual recorrida de los sistemas de transporte eléctrico de Guadalajara, Monterrey y D.F. <ul style="list-style-type: none"> Tren Eléctrico Urbano – Guadalajara (1998-2009) Metrorrey – Monterrey (1991-2009) Metro – D.F. (1990-2009) Transporte eléctrico – D.F. (1995-2009) Distancia promedio por viajes del sistema ferroviario nacional (SCT) 	<ul style="list-style-type: none"> Distancia total anual recorrida de los sistemas de transporte eléctrico de Guadalajara y D.F. <ul style="list-style-type: none"> Tren Eléctrico Urbano – Guadalajara (1990-1997) Transporte eléctrico – D.F. (1990-1994) 	
Pasajeros y carga transportada (p, p-km, t y t-km)	<ul style="list-style-type: none"> Pasajeros y toneladas transportadas por cada sistema de transporte ferroviario y eléctrico. <ul style="list-style-type: none"> Sistema ferroviario nacional – SCT (1990-2009) Tren Eléctrico Urbano – Guadalajara (1990-2009) Metrorrey – Monterrey (1991-2009) Metro – D.F. (1990-2009) Transporte eléctrico – D.F. (1995-2009) P-km y T-km de cada sistema de transporte ferroviario y eléctrico, con diferente metodología de cálculo. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de pasajeros transportados por el transporte eléctrico D.F. (1990-1994) Homologar el cálculo de P-km y T-km de todos los sistemas de transporte ferroviario y eléctrico. 	
Consumo de energía por tipo de combustible (PJ)	<ul style="list-style-type: none"> Electricidad consumida por cada sistema de transporte ferroviario eléctrico (1990-2009). Consumo de diesel en el sistema ferroviario nacional – SCT (1990-2009) <ul style="list-style-type: none"> Dividido por carga y pasajeros (1992-2009). 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de diesel en el sistema ferroviario nacional dividido por carga y pasajeros (1990 y 1991). 	

Estimación de la información faltante

Para estimar la información faltante se utilizaron los siguientes supuestos y metodologías:

1. Para la distancia recorrida, no se obtuvieron datos del transporte eléctrico de Guadalajara para años previos a 1998, ni del transporte eléctrico del D.F. para años anteriores

a 1995. Dado que se trata de un sistema de transporte de rutas fijas y programadas, se supuso que existe una relación directa entre los kilómetros recorridos y el número de vehículos.

- En el caso del tren eléctrico de Guadalajara (SITEUR), se dividió el análisis en dos partes debido a que antes de 1994 se encontraba en funcionamiento solo una de las dos líneas este sistema de transporte:

a) Para el periodo 1994-1997 se analizó el comportamiento que tuvo el recorrido de los vehículos en los años posteriores. La distancia media anual recorrida entre 1998 y 2006 osciló dentro de un rango de 100 y 120 mil kilómetros por vehículo. A partir de 2007 la distancia recorrida por vehículo disminuyó significativamente, debido al incremento de la flota en 44 vehículos, pero la distancia total recorrida se mantuvo relativamente constante. En consecuencia se determinó que ésta no se vio afectada por cambios en la composición de la flota; para ello se supuso que la distancia promedio recorrida por vehículo es constante para una flota de 48 vehículos por año. Para estimar la distancia recorrida se aplicó la tasa de crecimiento promedio anual de la distancia media recorrida durante el periodo 1998-2009, con base en el siguiente cálculo:

$$X_t = Y_t \bar{X} (1 + \Delta\beta)$$

Donde:

X_t es la distancia recorrida en el tiempo t .

Y_t es el número de vehículos en el tiempo t .

$t = \{1994 - 1997\}$.

\bar{X} es la distancia promedio anual recorrida por un vehículo en el periodo $\{1998-2009\}$.

$\Delta\beta$ es la tasa de crecimiento promedio anual de la distancia media recorrida en el periodo $\{1998-2009\} = 1.7\%$.

b) De 1990 a 1993 operaba únicamente la línea 1 del tren ligero, con 15.5 kilómetros de longitud, dos terceras partes de la longitud total del sistema actual, y 16 vehículos. Por otro lado, el número de pasajeros también correspondía a dos terceras partes del total de personas transportadas al inicio de la operación de la línea 2.

Por lo tanto, se estimó la distancia promedio anual recorrida entre 1990 y 1993 tomando las dos terceras partes de la distancia promedio recorrida en 1994. Como resultado, el parámetro utilizado se mantuvo constante para los cuatro años de estimación, al no contar con información adicional que sugiriera cambios significativos en los kilómetros recorridos durante dicho periodo (Figura 2).

- Para el transporte eléctrico del D.F., la distancia promedio recorrida para los años previos a 1995 se analizó bajo el mismo enfoque utilizado con el tren eléctrico de Guadalajara. Se consideró la distancia promedio recorrida conocida y se comparó con los cambios en la flota vehicular. Se observó que el kilometraje recorrido no respondió a las variaciones en la flota vehicular de los años 1999 y 2003, por lo que se supuso que ésto se debió a la sustitución gradual de los trolebuses en operación.

Como resultado de lo anterior, se descartaron las observaciones posteriores a 1998 para la estimación de la distancia y se consideró un parámetro constante correspondiente al promedio de las distancias recorridas por vehículo entre 1995 y 1998, con lo cual se estimó una distancia fija para el periodo 1990-1994 (Figura 2):

$$X_t = Y_t \beta$$

Donde:

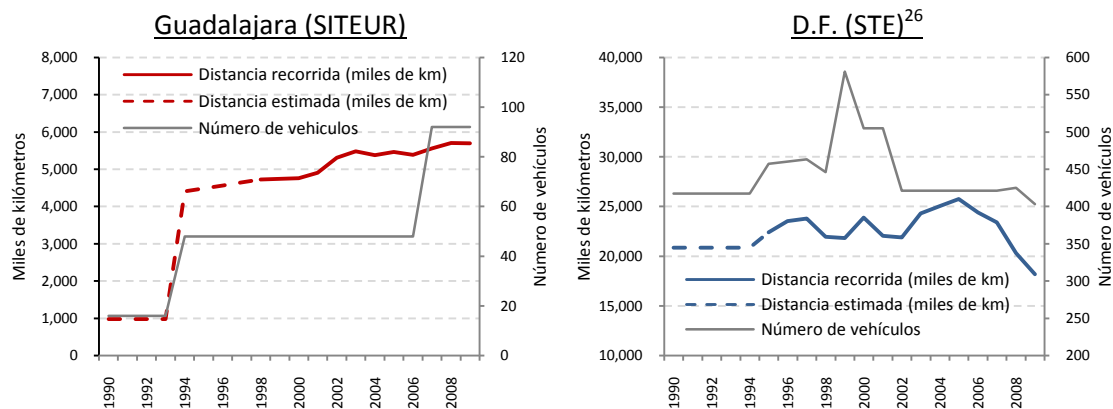
X_t es la distancia recorrida en el tiempo t .

Y_t es el número de vehículos en el tiempo t .

$t = \{1990 - 1994\}$.

β es la distancia promedio recorrida por vehículo: 50,158.4.

Figura 2. Distancia recorrida por el transporte eléctrico de Guadalajara y del DF (Miles de km), 1990-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SITEUR y STE.

2. El número de pasajeros transportados por el transporte eléctrico del D.F. previo a 1995 se desconocía. Considerando los pasajeros por vehículo, se observó una tendencia prácticamente horizontal para las dos modalidades de transporte eléctrico del D.F. (tren ligero y trolebús), con una observación atípica en 1996. En consecuencia, se supuso consistencia en el número de pasajeros que son transportados por un vehículo en el año, por lo que se utilizó el promedio de pasajeros por vehículo y por modalidad entre 1995 y 2009, para estimar la información faltante.

$$P_{t,i} = Y_{t,i} \gamma_i$$

Donde:

$P_{t,i}$ es el número de pasajeros en el año t para el sistema de transporte i .

$Y_{t,i}$ es el número de vehículos en el año t para el sistema de transporte i .

$t = \{1990 - 1994\}$.

$i = [\text{tren ligero del D.F., trolebús del D.F.}]$.

γ_i es el promedio de pasajeros por año y por vehículo para el sistema de transporte i .

²⁶ El pico en el número de vehículos del STE en la Ciudad de México en 1999 correspondió a la adquisición de 135 nuevos tranvías que fueron sustituyendo gradualmente la operación de los vehículos viejos.

$$\gamma_i = \begin{cases} 1,237,418 & \text{Si } i = \text{tren ligero del D.F.} \\ 204,970 & \text{Si } i = \text{trolebús del D.F.} \end{cases}$$

3. Se homologó el cálculo de pasajeros-kilómetro del transporte eléctrico urbano, debido a la falta de un control exacto de los puntos de ascenso y descenso de los pasajeros. Bajo el supuesto de que en los sistemas de transporte público no se utilizan todas las unidades en existencia en un mismo momento debido a que la capacidad de las líneas no lo permite y por los ajuste de demanda, se supuso que el uso de cada uno de los sistemas de transporte eléctrico de las ciudades no está condicionado al número de unidades sino al factor espacial, es decir a la longitud de las líneas de transporte y al número de líneas y estaciones que tiene cada sistema. Por lo tanto, se consideró una distancia promedio recorrida por todos los pasajero de un mismo sistema de transporte eléctrico urbano equivalente a la longitud del promedio de estaciones por línea. Con ello, el cálculo anual del indicador pasajero-kilómetro para los sistemas de transporte eléctrico urbano fue el siguiente:

$$p - km = \sum_i \left(\frac{km_i}{\bar{E}_i} \times p_i \right)$$

Donde:

p-km son los pasajeros-kilómetro.

km_i es la longitud total de las líneas del sistema i .

\bar{E}_i es el número de estaciones promedio por línea del sistema i .

p_i es el número de pasajeros transportados en el sistema i .

Sin embargo, se reconoce que este cálculo puede mejorarse debido a que no todos los pasajeros recorren la misma distancia, pero para ello se necesita información más precisa sobre el tránsito de cada uno de los sistemas de transporte eléctrico.

1.1.1.4 Transporte marítimo en territorio nacional

Fuentes de información

La SCT, a través de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante (CGPMM), es la dependencia del Gobierno Federal encargada de formular la política interna para el desarrollo de la marina mercante nacional, así como de regular todas las actividades que del mismo se deriven.

México cuenta con poco más de 11 mil kilómetros de costa en los litorales del Pacífico y Atlántico (Golfo de México y Caribe), y más de 13 mil kilómetros de ríos en el territorio nacional. Sin embargo, la navegación de interior para transporte es poco significativa debido a que los ríos tienen poco caudal y son relativamente cortos, lo que obstaculiza su uso para la transportación.

En el país, existen 114 puertos y terminales habilitadas para el transporte marítimo en territorio nacional (cabotaje²⁷): 56 en el Pacífico y 58 en el Atlántico. Del total de puertos, 73 están bajo la responsabilidad de la SCT, a través de la CGPMM, y los 41 restantes son destinados a actividades comerciales, turísticas e industriales y son operados en el Sistema Portuario Nacional.

Asimismo, la CGPMM administra el Registro Público Marítimo Nacional que incorpora la información y registro de matriculación de las embarcaciones mexicanas, incluyendo elementos de individualización, tales como el nombre, matrícula, puerto de matrícula y nacionalidad, así como la clasificación de las embarcaciones por sus dimensiones y uso (pasajeros, carga, mixto²⁸, pesca, recreo y deportivas, especializadas y dragado²⁹).

La operación de embarcaciones de cabotaje no está restringida a navieros mexicanos con embarcaciones mexicanas (registradas en el país). Bajo criterios específicos, la ley permite la navegación a embarcaciones extranjeras para brindar servicios turísticos, deportivos, recreativos y de construcción y mantenimiento portuario. También se consiente la navegación a extranjeros con permisos temporales emitidos por la SCT bajo contratos de arrendamiento o de fletamento, por una duración máxima de tres meses, con posibilidades de renovación hasta en siete ocasiones.

Adicionalmente, no todas las embarcaciones de cabotaje requieren del permiso otorgado por la SCT para la navegación, el cual se determina por el tipo de servicio brindado. En este caso las embarcaciones de transporte de carga y remolque, pesca, especializadas en obra civil, construcción de infraestructura naval y portuaria y en actividades relacionadas con hidrocarburos no están obligadas a contar con un permiso para la navegación.

El transporte de pasajeros en territorio nacional se realiza a través de transbordadores³⁰ que operan en su mayoría en rutas del Caribe mexicano, con una participación de aproximadamente 93% de los pasajeros transportados por este medio, mientras que el porcentaje restante viaja por rutas del Pacífico.

La información que se deriva de la actividad portuaria y de navegación la concentra la CGPMM, de la SCT. También se consultaron los documentos de información estadísticas de la SCT y los Manuales Estadísticos del Sector Transporte, elaborados por el IMT y la SCT.

No obstante, la búsqueda y recopilación de información sobre el transporte marítimo estuvo limitada por la falta de registros disponibles. Esto se debe, probablemente, a la flexibilidad que presenta la regulación marítima en lo que se refiere al control de la operación naviera, además de la ausencia de un reglamento que establezca la obligatoriedad de los registros de tránsito de la navegación.

²⁷ El transporte de cabotaje se refiere al servicio de transporte marítimo entre puertos de un mismo país, el cual se realiza a lo largo de un litoral como servicio costero.

²⁸ Pasajeros y carga.

²⁹ Para limpieza de puertos y ríos.

³⁰ Embarcaciones que circulan entre dos puntos, alternativamente en ambos sentidos, y sirven para transportar pasajeros y vehículos.

Además, fue necesario trabajar la información disponible, debido a que se encontraron diferencias en la clasificación de las embarcaciones entre diversos documentos y algunos datos sólo se obtuvieron para un periodo menor al requerido, entre otros aspectos. Por lo tanto, fue necesario establecer ciertos supuestos a fin de homologar la base de la información de cada variable o indicador. Derivado del primer trabajo de revisión estadística y documental del sector marítimo, la información disponible, estimada y faltante del sector se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Información disponible, estimada y faltante para la construcción de indicadores del transporte marítimo

Variable o indicador	Información disponible de fuentes directas (revisión de datos)	Información estimada	Información faltante
Número de unidades en uso (v)	<ul style="list-style-type: none"> Embarcaciones matriculadas en el periodo 2006 a 2008 por tipo de navegación (cabotaje y altura). Servicio brindado por las embarcaciones matriculadas mayores a 100 TRB (pasaje, carga, pesca, recreativa, especial, naval, mixto y draga). 	<ul style="list-style-type: none"> Embarcaciones matriculadas en el periodo 1990-2005 y en 2009. Clasificación en pasajeros y carga de las embarcaciones de acuerdo con el servicio brindado. 	
Distancia recorrida (km)	<ul style="list-style-type: none"> Distancia promedio por viaje recorrida por las embarcaciones de cabotaje de carga (servicio de carga, pesca y mixto) y transbordadores (pasaje). 		<ul style="list-style-type: none"> Distancia total anual recorrida por las embarcaciones de cabotaje, y por las embarcaciones de pasajeros (transbordadores y otros).
Pasajeros y carga transportada (p, p-km, t y t-km)	<ul style="list-style-type: none"> Pasajeros y toneladas transportadas por los transbordadores y las embarcaciones de cabotaje de carga, respectivamente. P-km y T-km de los transbordadores y embarcaciones de cabotaje de carga. 		<ul style="list-style-type: none"> Pasajeros y p-km transportadas por otras embarcaciones de pasajeros.
Consumo de energía por tipo de combustible (PJ)	<ul style="list-style-type: none"> Combustible total suministrado para navegación en territorio nacional e internacional. 		<ul style="list-style-type: none"> Combustible suministrado únicamente para navegación nacional, dividido en: <ul style="list-style-type: none"> - Transbordadores - Cabotaje de carga (carga, pesca y mixto)

Estimación de variables y cálculo de indicadores

Los supuestos utilizados en el uso de la información para la construcción de indicadores de energía del sector marítimo fueron:

1. En 2008 se registraron 140,421 embarcaciones matriculadas en México, de las cuales sólo las embarcaciones de arqueo³¹ superior a 100 toneladas de registro bruto (TRB) están clasificadas de acuerdo con su uso: pasaje, carga, pesca, recreo y deportivas, especiales, artefactos navales, mixto (carga y pasaje), draga y extraordinaria y especialización. En 2008 el registro de embarcaciones mayores a 100 TRB contabilizó 1,820.

Tabla 11. Embarcaciones matriculadas mayores a 100 TRB, 2006-2008

Tipo de embarcación	Embarcaciones de cabotaje		
	2006	2007	2008
Pasajeros	43	50	63
Transbordadores	31	30	27
Otros	12	20	36
Carga	1,471	1,510	1,542
Carga	71	84	107
Pesca	1,400	1,426	1,435
Otros	197	201	215
Recreo y deportiva	14	18	23
Especiales	181	180	179
Artefactos navales	2	2	2
Mixto		0	5
Draga		1	3
Extraordinaria/ especialización		0	3
Total	1,711	1,761	1,820

Fuente: CGPMM, SCT.

Para la construcción de los indicadores de energía se consideró sólo a las embarcaciones de más de 100 TRB, debido a que se desconocía el uso de las embarcaciones pequeñas (menores a 100 TRB). Para la desagregación por transporte de pasajeros y carga se recurrió a la clasificación estadística utilizada por la SCT y el IMT, para mantener consistencia con la información reportada:

- Para las embarcaciones de pasajeros se consideró únicamente a los transbordadores, que representan alrededor de 60% de las embarcaciones clasificadas como servicio de pasaje, toda vez que el monitoreo sobre el movimiento y tráfico de embarcaciones de pasajeros sólo se tiene para este tipo de naveros.
- Para las embarcaciones de carga se contempló a todas las embarcaciones que reportan carga en arribo o despacho de un puerto nacional, con base en la clasificación reportada en las estadísticas de la SCT. En este caso se consideró el transporte de cabotaje de pesca y carga.

Cabe mencionar que previo a 2006, el seguimiento de la flota se llevaba a cabo a partir del Programa de Abanderamiento Mexicano, cuyo funcionamiento no estaba regulado o contemplado en alguna Ley, por lo que la clasificación de las embarcaciones resultaba algo

³¹ El arqueo es una medida de la capacidad comercial de los buques, que se refiere al volumen y capacidad utilizable del mismo. El arqueo se puede medir en toneladas Moorson (toneladas de volumen) que equivalen a 100 pies cúbicos o a 2.83 metros cúbicos, las cuales se expresan como toneladas de registro bruto.

subjetiva. En este sentido, no se contó con registro de embarcaciones de cabotaje para años anteriores a 2006. No obstante, se observó que, en promedio, 67.0% de la flota mercante mexicana de carga correspondió a embarcaciones de cabotaje, por lo que se utilizó esta proporción para estimar las cifras que se tienen de la flota mercante mexicana para el periodo 1990-2005 (Tabla 11).

2. Los indicadores pasajero-kilómetro y tonelada-kilómetro se obtuvieron del Manual Estadístico del Sector Transporte del IMT, tomando como base la división de las embarcaciones mencionadas en el punto anterior.

3. El indicador de vehículo-kilómetro se calculó con la distancia media reportada en el Manual Estadístico del Sector Transporte del IMT y el número de embarcaciones matriculadas mayores a 100 TRB obtenido a través de la CGPMM.

4. Las cifras disponibles sobre el consumo de diesel marino y combustóleo se encontraban agregadas a nivel nacional sin segmentar por tipo de embarcación (carga o pasajeros) ni zona de tránsito (aguas nacionales o internacionales), por lo que no se pudieron calcular los indicadores de intensidad energética para esta modalidad.

No obstante, de acuerdo con las estadísticas disponibles, alrededor de 30% del transporte de cabotaje se destina principalmente para el movimiento de petróleo y sus derivados, que corresponde a poco más de la mitad de los productos transportados³². Debido a ello, los cambios en el movimiento de cabotaje están determinados, en gran medida, por la producción del sector petrolero.

A partir de este dato, y contando con el consumo de combustible de los buques del sector petrolero otorgado por PEMEX, se espera estimar el consumo de por lo menos el transporte de carga por tipo de combustible para el próximo año.

1.2 Resultados³³

Transporte de pasajeros

El autotransporte fue la modalidad con el mayor tráfico registrado, 1,740.1 miles de millones de pasajeros-kilómetro en 2010. Destacó el uso de automóviles particulares (incluye taxi y camiones ligeros de pasajeros como SUV, minivan, etc.), con un nivel de actividad de 1,222.2 miles de millones de pasajeros-kilómetro en 2010. Lo anterior, debido a la participación del parque automotor particular, que representó 79.0% del parque automotor activo, y a la tasa de motorización³⁴ de 0.15 automóviles particulares activos por cada habitante. El ingreso per cápita de la población mexicana; la disponibilidad de vehículos nuevos y usados (muchos de

³² Manual Estadístico del Sector Transporte 2009, IMT con datos de SCT.

³³ Los cálculos presentados se redondearon a un decimal.

³⁴ Cantidad de vehículos por cada mil habitantes.

ellos provenientes de Estados Unidos), así como del costo relativamente bajo de los combustibles³⁵ son factores que explican en gran medida este comportamiento.

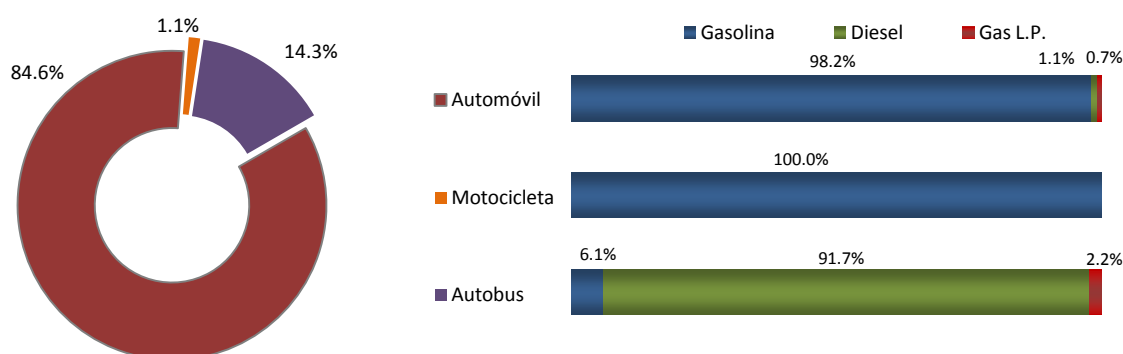
El factor de carga promedio de los automóviles particulares fue de 3.2 personas por vehículo en 2010³⁶, cifra que es alta en comparación con otros países. Este resultado sugiere que la población en México aprovecha relativamente mejor la capacidad de los automóviles particulares.

Por su parte, la actividad de los autobuses representó menos de 50% del tráfico de automóviles particulares, con un nivel de 503.4 miles de millones de pasajeros-kilómetro, aún cuando se cuenta con una amplia red de autobuses para transporte foráneo (entre ciudades). A pesar de que los autobuses son el medio de transporte público más común en las zonas urbanas, éste es limitado y está en deterioro en la mayor parte del país, por lo que no existe el incentivo suficiente para elegir el transporte público sobre los automóviles particulares. Las motocicletas presentaron una actividad de 14.4 miles de millones de pasajeros-kilómetro en el mismo año.

Asimismo, el autotransporte representó la modalidad con mayor consumo de combustible. En 2010 ascendió a 1,407.2 PJ y estuvo compuesto por 85.1% de gasolina, 14.0% de diesel y 0.9% de gas L.P. (Figura 3).

Los vehículos particulares consumieron 1,189.8 PJ durante 2010, 84.6% del combustible utilizado por el autotransporte, de los cuales únicamente 1.1% correspondió a diesel y 0.7% de gas L.P., en tanto que el 98.2% restante fue consumo de gasolina. La intensidad energética de los automóviles particulares fue de 1.0 MJ por pasajero-kilómetro.

Figura 3. Participación en el consumo de combustible del sector autotransporte de pasajeros por modalidad, 2010



Fuente: Cálculos propios con información de la Encuesta sobre el consumo de combustible en el sector autotransporte de carga y pasajero por modalidad, SENER/AIE, 2010.

Los autobuses consumieron 200.6 PJ con un nivel de intensidad energética de 0.4 MJ por pasajero-kilómetro en 2010, lo que demuestra mayor eficiencia en comparación con los

³⁵ México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono. Todd M. Johnson et. al. Banco Mundial, 2009.

³⁶ Encuesta sobre el consumo de combustibles del autotransporte de carga y pasajeros por modalidad, SENER y AIE.

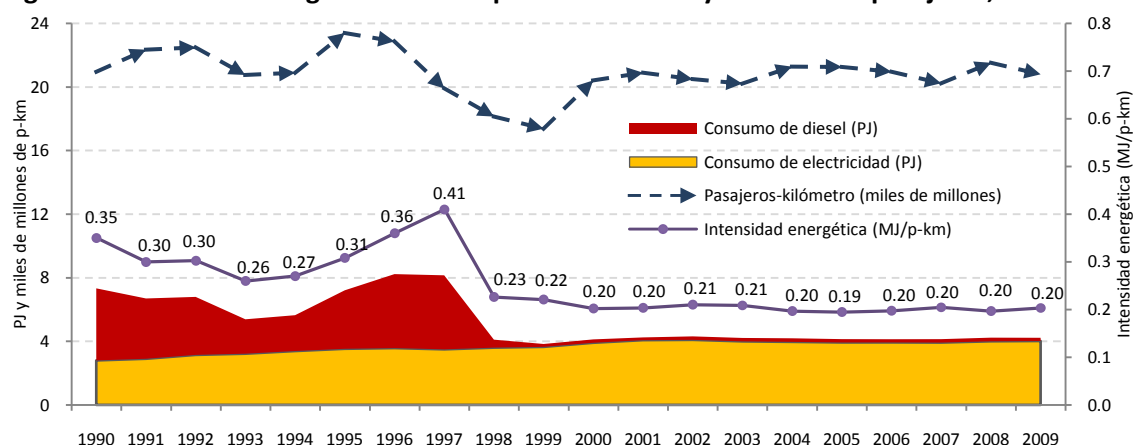
automóviles particulares, debido a que se aprovecha mucho más la capacidad máxima de pasajeros, principalmente en el transporte público (Figura 6).

Finalmente, el consumo de gasolina de las motocicletas fue de 16.8 PJ, con lo cual la intensidad energética se ubicó en 1.2 MJ por pasajero-kilómetro, cifra ligeramente mayor a la de los automóviles particulares en línea con su menor capacidad de carga.

El sistema ferroviario y eléctrico de pasajeros en México presentó altos niveles de eficiencia, al registrar una intensidad energética de 0.2 MJ por pasajero-kilómetro en 2009 (Figura 4). Lo anterior fue resultado, principalmente, del uso de transporte eléctrico en las tres principales ciudades del país, impulsado por el exceso de demanda de la población.

En relación con la red ferroviaria nacional de pasajeros, entre 1998 y 2007 ésta se limitó a un par de líneas de trenes turísticos, mientras que el mayor uso y tráfico de pasajeros se concentró en el transporte público eléctrico. Esto explica la caída en el consumo de diesel en 1998 (Figura 4). Sin embargo, la participación de esta modalidad de transporte es muy pequeña en comparación con los automóviles y autobuses, además de ser reciente ya que su operación se remonta a los últimos 20 años, con excepción del metro del D.F.

Figura 4. Intensidad energética del transporte ferroviario y eléctrico de pasajeros, 1990-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, SCT, INEGI, SITEUR, STE, Metrorrey y Metro de la Ciudad de México.

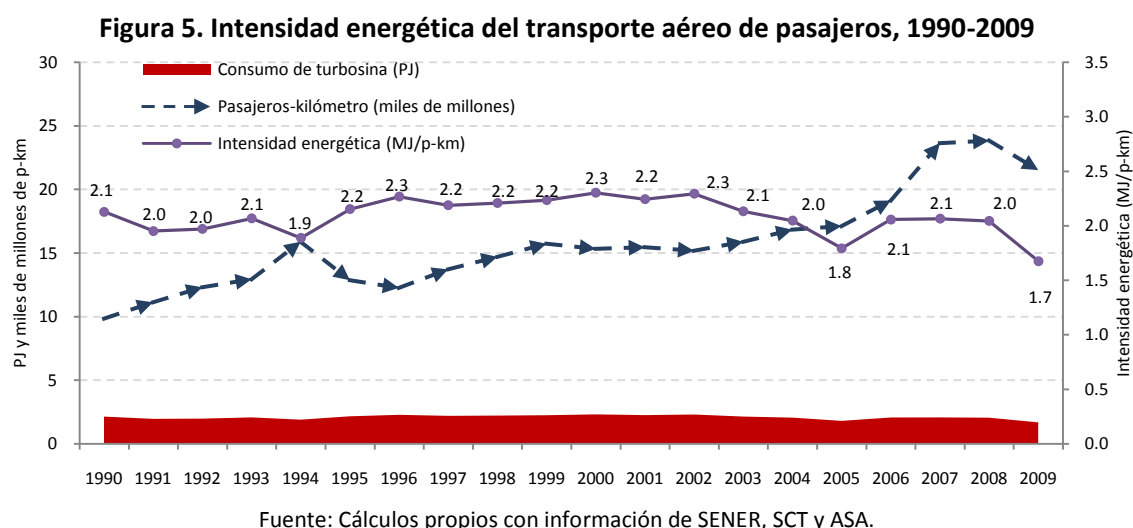
El consumo de energía en el transporte ferroviario en México ascendió a 4.4 PJ en 2009, compuesto por 95.2% de electricidad y 4.8% de diesel (Figura 4). Cabe mencionar que en 2008 inició operaciones el Tren Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México, que conecta al D.F. con la zona conurbada del Estado de México, lo que motivó un ligero incremento en el número de pasajeros transportados por este sistema.

Es importante señalar que el Tren Suburbano cuenta con una sola ruta o sistema en operación; sin embargo, existen dos proyectos de expansión que entraran en operación después de 2011 y con los cuales se espera transportar a más de 550,000 pasajeros al día³⁷. Actualmente, existen proyectos en vías de desarrollo para la ampliación de los sistemas de transporte

³⁷ DGTfM, SCT.

eléctrico en las principales ciudades del país, tal es la construcción de una tercer línea del sistema Metrorrey en la Ciudad de Monterrey y del sistema de tren eléctrico urbano (SITEUR) de la Ciudad de Guadalajara; la construcción del tren suburbano de Guadalajara, que conectará a esta ciudad con los municipios de Zapopan, Tlajomulco y El Salto; en el D.F. se está construyendo la línea 12 del metro, con lo cual se planea cubrir una demanda de más de 400,000 pasajeros al día, entre otros.

En el transporte aéreo de pasajeros, el tráfico aéreo nacional creció a una tasa promedio anual de 4.2% entre 1990 y 2009, y el consumo energético ascendió 2.9% en el mismo periodo. Como resultado, la intensidad energética del subsector, que en 2009 fue de 1.7 MJ por pasajeros-kilómetro, se mantuvo con poca variabilidad al registrar un ligero descenso de 0.2% promedio anual en el mismo periodo. En 2009 se observó una caída en el consumo e intensidad energética derivada de la crisis económica internacional que afectó al turismo y, con ello, al transporte aéreo de pasajeros (Figura 5). Aunado a la situación económica, el precio de la turbosina aumentó entre 2008 y 2009, lo que obligó a las aerolíneas a tomar medidas de austeridad y reducir sus costos, entre las que se reportaron: la disminución en la oferta de vuelos; la reducción de peso mediante la sustracción de cierto número de hornos por avión; la operación con 25% de agua potable; la reducción de cantidad de pintura exterior en las aeronaves; y la incorporación de winglets³⁸ para reducir la fricción, entre otros. De acuerdo con la Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA), si cada aerolínea lograra reducir un kilogramo por cada vuelo, se ahorrarían 170 mil toneladas de combustible, y alrededor de 540 mil toneladas de emisiones de bióxido de carbono³⁹.



Del transporte marítimo de pasajeros en aguas nacionales existe poca información estadística. Se tiene registro de 27 transbordadores que operaron durante 2009 a lo largo del Caribe mexicano y del Océano Pacífico, con 321 millones de pasajeros-kilómetro, el menor factor de tráfico registrado entre todas las modalidades de transporte de pasajeros. Adicionalmente, el tráfico de pasajeros en esta modalidad se ha desarrollado muy poco, pues presentó un crecimiento promedio anual de 1.9% entre 1990-2009. No se presenta la intensidad energética

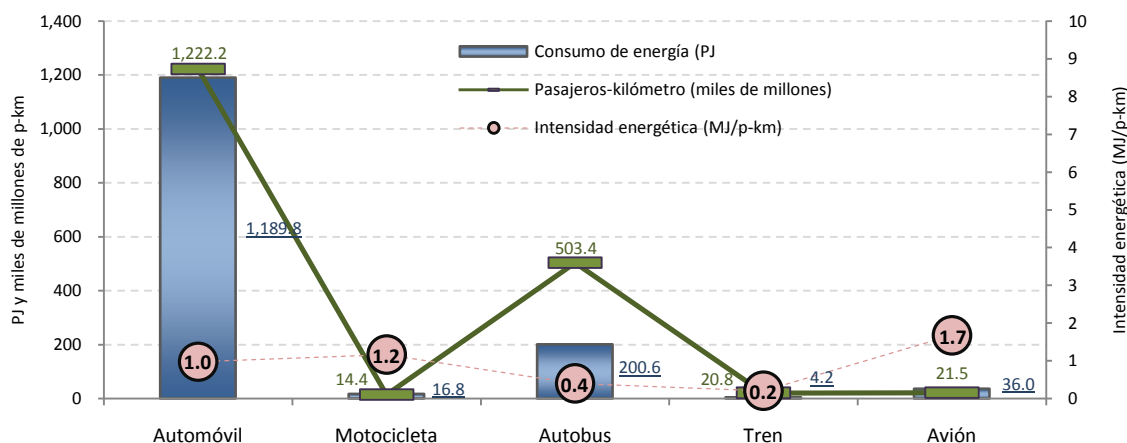
³⁸ Extensiones hacia arriba en los extremos de las alas de los aviones.

³⁹ Cámara Nacional de Aerotransportes.

de esta modalidad, debido a que no se contó con información detallada sobre su consumo energético en aguas nacionales, dividido por transporte de pasajeros y carga.

La Figura 6 muestra el comparativo de los niveles de eficiencia energética para las distintas modalidades del sector transporte.

Figura 6. Intensidad energética del transporte de pasajeros por modalidad (MJ/p-km), 2009-2010⁴⁰



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, SCT, INEGI, SITEUR, STE, Metrorrey, Metro de la Ciudad de México y ASA.

Transporte de carga

El transporte de carga está estrechamente relacionado con las actividades económicas y comerciales del país. La modalidad más utilizada dentro del transporte de carga fue el autotransporte con 4,157.4 millones de toneladas transportadas en 2010 (Figura 10). Lo anterior es producto de la facilidad y acceso a la infraestructura. Las toneladas-kilómetro del autotransporte de carga fueron 1,198.3 miles de millones en 2010.

Asimismo, el autotransporte representó la modalidad con el mayor consumo de combustibles, al utilizar 648.5 PJ en 2010, de los cuales predominó el uso de diesel con 49.6%, seguido por 46.3% de gasolina y 4.1% de gas L.P.⁴¹. Cabe señalar que el elevado consumo de gasolina se debió al transporte ligero de carga, representado por pick ups, vans, etc. que circulan al interior de las ciudades. En consecuencia, la intensidad energética del autotransporte fue de 0.5 MJ por tonelada-kilómetro (Figura 9).

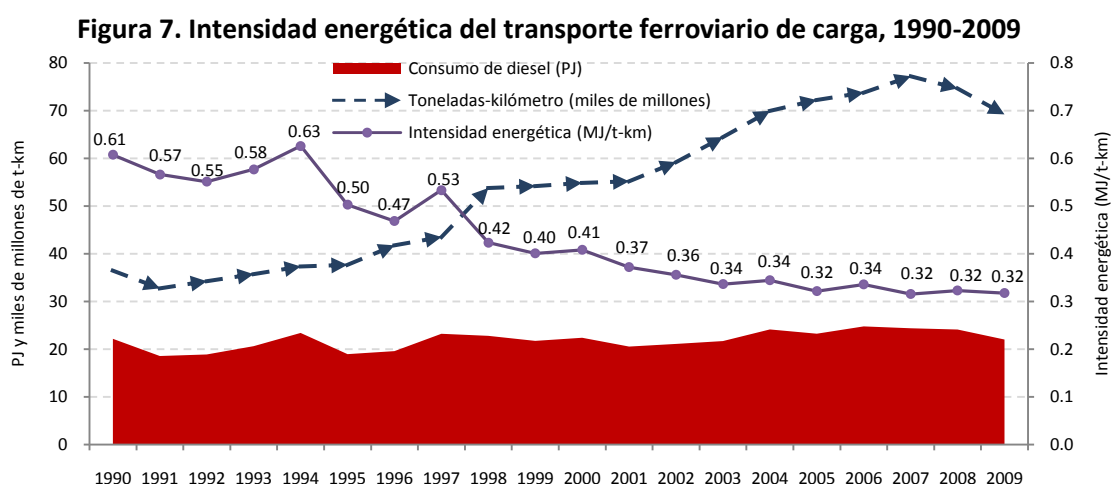
El transporte ferroviario de carga ocupa el segundo lugar en importancia en el tráfico de mercancías dentro del territorio nacional, al transportar 90.3 millones de toneladas y un factor

⁴⁰ Los datos para el transporte de pasajeros en automóvil, motocicleta y autobús son a 2010, mientras que tren y avión corresponden a 2009

⁴¹ Cabe mencionar que durante el levantamiento de la Encuesta sobre consumo de combustibles en el sector autotransporte de pasajeros y carga por modalidad, de la SENER y AIE, se encontró que la flota de transporte de carga de gas L.P. ha disminuido debido a que el mantenimiento resultaba más costoso en comparación con los vehículos de diesel. En este sentido también se observaron cierres de estaciones de carburación de autoconsumo.

de tránsito de 69.2 miles de millones de toneladas-kilómetro en 2009 (Figura 10). La extensión de la infraestructura ferroviaria ha contribuido a la ampliación en el uso de esta modalidad.

El transporte ferroviario de carga, al igual que el de pasajeros, resultó el medio de transporte más eficiente. En 2009, la intensidad energética del transporte ferroviario de carga fue de 0.3 MJ por tonelada-kilómetro, el cual presentó una ligera tendencia descendente con una tasa de decrecimiento promedio anual de 3.4% entre 1990 y 2009 (Figura 7). Cabe mencionar que en 1997 se inició la privatización del sector, situación que permitió la modernización e incremento de la competitividad a través de grandes inversiones realizadas, principalmente, para la sustitución de locomotoras y carros más eficientes.



Fuente: Cálculos propios con información de SENER y SCT.

Por transporte marítimo se trasladaron 39.4 millones de toneladas en el territorio nacional en 2009, con 24.9 miles de millones de toneladas-kilómetro (Figura 10). Lo anterior convirtió a dicho sector en la tercera modalidad con el mayor tráfico de carga. Sin embargo, se encuentra muy por debajo de lo transportado por las modalidades de autotransporte y ferroviario. Al igual que en el transporte marítimo de pasajeros, no se observó gran desarrollo en el tráfico de carga vía marítima ya que fue la modalidad con el menor crecimiento en el tráfico de mercancías, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.3% en las toneladas-kilómetro entre 1990-2009. No se reportó el indicador de intensidad energética para esta modalidad debido a que no se contó con información sobre el consumo de combustible para el transporte marítimo de carga en territorio nacional.

Por último, el transporte aéreo de carga representó la modalidad con menor tráfico de productos y mercancías en México (Figura 10). En 2009 se transportaron 130 mil toneladas, con un factor de tráfico de 146.3 millones de toneladas-kilómetro. A pesar de ello, el transporte aéreo participa de forma importante en la economía, al transportar productos de manera oportuna que tienen un valor perecedero, como frutas, verduras y carne, o que presentan elevados costos financieros de no ser comercializados en el momento, como los productos electrónicos⁴².

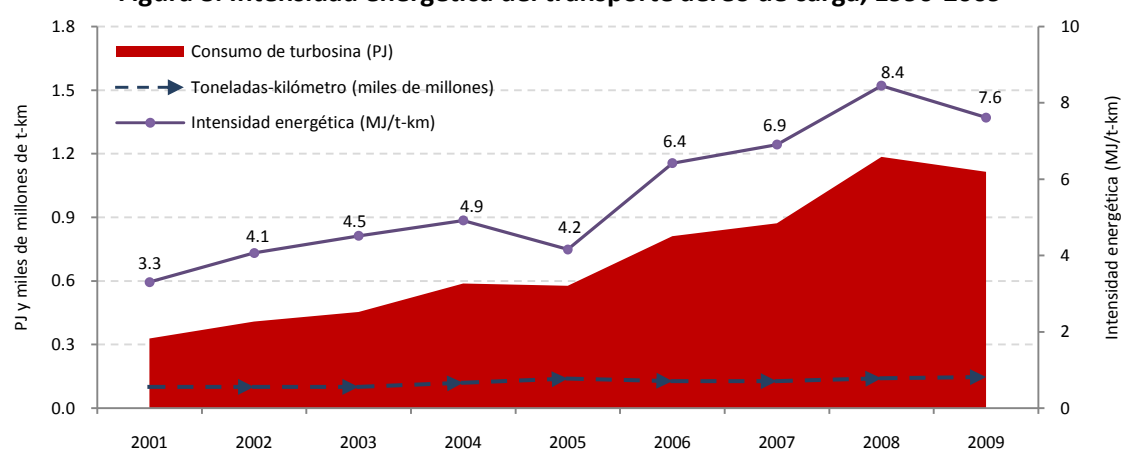
⁴² El transporte aéreo de carga en México 1992-1996. SCT e IMT, 1999.

Además, el transporte aéreo de carga fue la modalidad con la mayor tasa de crecimiento promedio anual en el volumen transportado y en el tráfico de carga (toneladas-kilómetro), con 5.4% y 3.9% respectivamente entre 1990 y 2009.

Entre 1990 y 2009 se observó un incremento gradual en la intensidad energética del subsector, que puede estar relacionado con la oportunidad de entrega de los productos transportados, debido a su naturaleza perenne, sin importar la capacidad de carga de cada viaje realizado. Es decir, que el costo de pérdida de valor del producto resulta mayor al costo de no completar la carga máxima del avión (Figura 8).

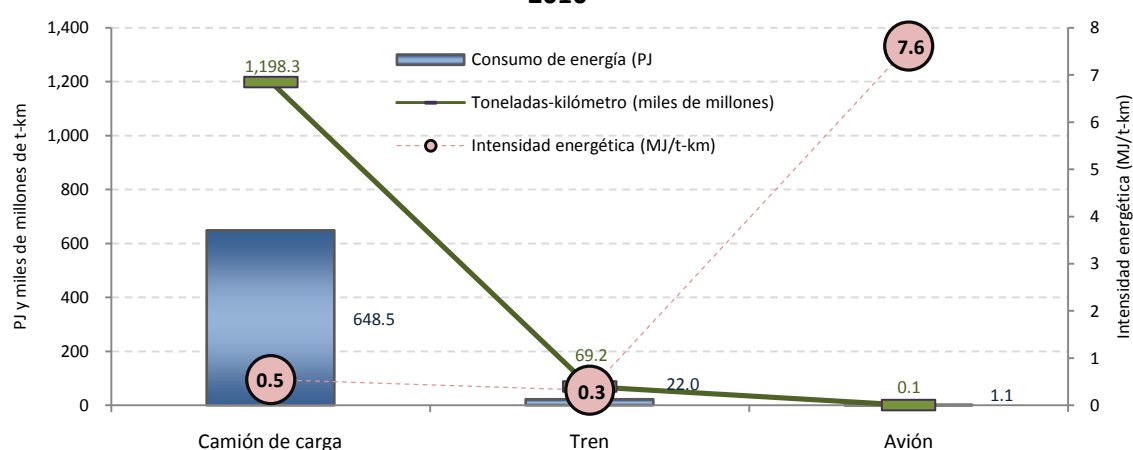
Al igual que con el transporte aéreo de pasajeros, en 2009 fue necesario realizar acciones para reducir los costos de transporte, por lo que el consumo de turbosina disminuyó a 1.1 PJ y la intensidad energética se ubicó en 7.6 MJ por tonelada-kilómetro.

Figura 8. Intensidad energética del transporte aéreo de carga, 1990-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, SCT y ASA.

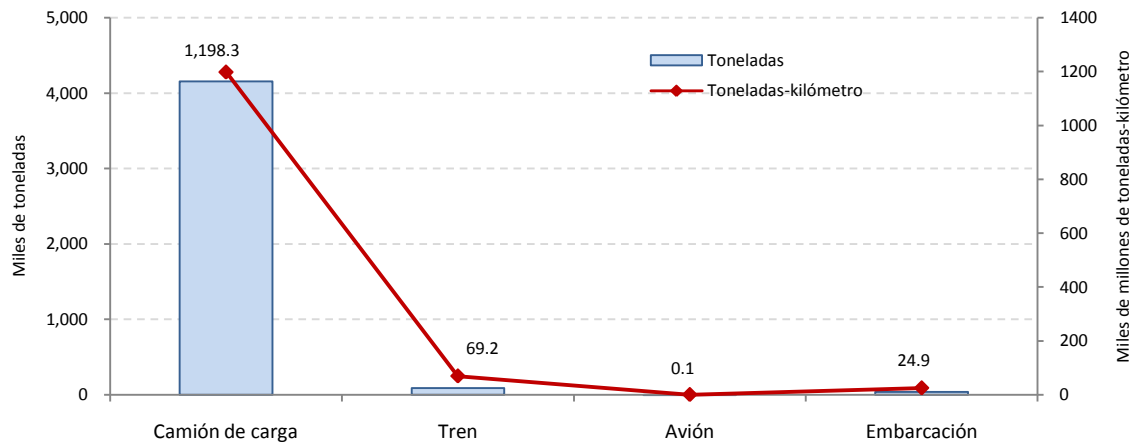
Figura 9. Intensidad energética del transporte de carga por modalidad (MJ/t-km), 2009-2010⁴³



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, SCT y ASA.

⁴³ Los datos correspondientes a camión de carga son para 2010.

Figura 10. Toneladas y toneladas-kilometro por modalidad, 2009



Nota: Los datos correspondientes a camión de carga son para 2010.

Fuente: Cálculos propios con información de SENER y SCT.

1.3 Recomendaciones y conclusiones

- Se debe ampliar la cooperación entre dependencias para la construcción de estadísticas e indicadores que permitan la caracterización, análisis y entendimiento global del sector. Si bien existe la Base de Datos de Estadística de Transporte de América del Norte (BD-ETAN), en la cual confluyen varias dependencias que aportan información, éste esfuerzo debe adecuarse a las necesidades propias del país.
- Se deben aprovechar los Comités Técnicos Especializados del INEGI, dentro del marco del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. En específico, se sugiere tratar de manera integral el tema de la estadística del sector transporte, en relación a la eficiencia energética, entre los siguientes Comités Técnicos Especializados:
 - Información Económica y Operativa del Sector Transportes
 - Información de la Infraestructura del Sector Transportes
 - Cambio Climático
 - Emisiones, Residuos y Sustancias Peligrosas
 - Sector Energético
- Es importante dar continuidad al levantamiento de la Encuesta sobre el consumo de combustible del sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad, llevada a cabo durante abril-mayo de 2010 por la SENER y la AIE. Como propuesta se sugiere un levantamiento periódico (anual o bianual) y la estimación de valores intra anuales a través de variables proxy que permitan el cálculo de los indicadores. Para ello es necesario lograr la cooperación de todas las dependencias y organismos interesados en la información, de tal forma que se puedan gestionar con mayor facilidad los recursos para su implementación. En caso de requerirse información más concreta y detallada, se recomienda reevaluar el diseño de la encuesta para que exista la posibilidad de realizar encuestas más específicas, como puede ser una encuesta de origen-destino.

- Considerar un levantamiento complementario a la Encuesta sobre el consumo de combustibles del sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad con el objetivo de ampliar la información recopilada del transporte de carga.
- En medios de transporte público, se recomienda realizar encuestas de movilidad más precisas para conocer y determinar distancias promedio reales recorridas por cada pasajero. Este podría ser el caso de encuestas origen-destino para diversos sistemas de transporte de pasajeros, como el ferroviario y el eléctrico.
- Mejorar el registro estadístico del parque vehicular del autotransporte mexicano, en particular el registro de las bajas vehiculares. En este sentido, también se debe comenzar a vincular el registro estadístico del INEGI y el Registro Público Vehicular (REPUVE), de tal forma que no exista duplicidad en la solicitud de información a los gobiernos locales y, sobre todo, que exista consistencia en la información oficial publicada por diferentes fuentes.
- Con relación al REPUVE, se exhorta al gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP), a implementar un único sistema o pantalla de captura de registro vehicular en todos los estados del país, que incorpore las variables mínimas necesarias a nivel federal para poder identificar a los vehículos registrados que transitan en el país. Con ello se esperaría consolidar una única fuente oficial del sector autotransporte, que sea consistente, oportuna y que contenga información de calidad.
- De igual forma, la SCT debe mejorar los registros de matriculación y monitoreo de aeronaves y embarcaciones que transitan en territorio nacional.
 - Por cuestiones de seguridad operacional y medio ambiente, la aviación privada debería estar sujeta a la misma normatividad que la aviación comercial, asegurando el mismo control y monitoreo de viajes a los que está obligada la aviación comercial.
 - Es importante fortalecer los registros de matriculación y tránsito del sector marítimo, iniciando por la homologación de conceptos y desagregación por tipo de buques. Adicionalmente, se debe consolidar el control de registros y movimiento de buques en los puertos mexicanos.
- Se debe incorporar información del trolebús de la Ciudad de Guadalajara, así como los de nuevos sistemas de transporte eléctrico que inicien su operación después de 2009 para los cálculos subsecuentes de los indicadores de eficiencia energética del sistema ferroviario de pasajeros.

2. Industria y sector primario

El presente capítulo comprende el análisis del sector primario y cuatro ramas principales de la industria: las manufacturas, la minería, la construcción y el suministro de electricidad, agua y gas al consumidor final. La industria de las manufacturas incluye todas las actividades de transformación de materias primas en artículos de consumo y está integrado por 23 subsectores, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas⁴⁴. Esta clasificación es utilizada para hacer comparables las cifras obtenidas con las de otros países. Por su parte, el sector primario comprende las actividades donde los recursos naturales se aprovechan directamente de la naturaleza (agricultura, ganadería, pesca y explotación forestal).

A nivel mundial, el sector industrial se caracteriza por ser uno de los mayores motores del desarrollo económico y uno de los principales consumidores de recursos energéticos. Según información de la AIE⁴⁵, en 2008 el consumo final mundial de energía de la industria fue de 27.8%⁴⁶, lo que lo convirtió en el sector con mayor consumo energético a nivel mundial y en uno de los mayores agentes generadores de emisiones de GEI. Por su parte, el sector primario a nivel mundial consumió 3.8% del consumo final total de energía en 2008.

La industria en México participó con 29.9% del Producto Interno Bruto nacional⁴⁷ (PIB) en 2009, y ocupó el segundo lugar en el consumo energético, con una participación de 25.7% de la oferta interna bruta de energía a nivel nacional, 2,127.5 PJ⁴⁸, según cifras obtenidas en el Balance Nacional de Energía⁴⁹.

En 2009, la industria de las manufacturas fue el subsector con mayor participación tanto del PIB, 16.7% del total, como del consumo de energía, 94.5% del consumo energético del sector. La industria de la construcción fue el segundo subsector con mayor aporte al PIB nacional, con una participación de 6.4%. En tanto su contribución al consumo de energía dentro del sector industrial fue 0.6%. La minería aportó 5.4% al PIB y 3.1% al consumo final total de energía del sector industrial. Finalmente, la participación de la industria de suministro de electricidad, gas y agua al PIB fue de 1.4%, de la cual 85.0% provino del valor de generación y suministro de electricidad. Su participación dentro del consumo final total de energía en el sector fue 1.8% en 2009⁵⁰.

⁴⁴ La CIIU y el SCIAN son clasificaciones industriales comparables.

⁴⁵ Energy Balances of OECD Countries y Energy Balances of Non-OECD Countries, edición 2009, AIE.

⁴⁶ Este porcentaje no incluye insumos a la petroquímica y el consumo energético en hornos de coque y de acero.

⁴⁷ Producto interno bruto a precios de 2003.

⁴⁸ Incluye el consumo propio de PEMEX y CFE, por ello la comparación se hace respecto a la oferta interna bruta de energía a nivel nacional. Si el consumo de dichas compañías no estuviese contemplado, el consumo final de energía de este sector ascendería a 31.5% en 2009.

⁴⁹ Balance Nacional de Energía 2009, Secretaría de Energía, México, octubre de 2010.

⁵⁰ La información para el consumo final total de este subsector incluye solamente las actividades de generación, transmisión y suministro de energía eléctrica realizadas por CFE. Información del suministro de gas y captación, potabilización, suministro de agua y recopilación y tratamiento de aguas residuales no está disponible.

En México, el sector primario contribuyó con 3.8% al PIB, y representó 1.8% de la oferta interna bruta de energía y 3.2% del consumo final total de la energía⁵¹ en el país.

Dos tipos de indicadores de energía fueron calculados para el sector industrial, uno referente al consumo de energía por unidad de valor agregado (VA) y otro al consumo energético por unidad física de producción. Mientras que los primeros son en general más fáciles de obtener debido a la existencia y disponibilidad de información pertinente para su cálculo, éstos no reflejan los efectos que diferencias en tecnologías de producción, calidad o variaciones en precio pueden tener sobre el nivel de eficiencia energética en un determinado sector⁵².

El primer paso para el cálculo de los indicadores consistió en recolectar la información disponible para México. La principal fuente de información fue el Balance Nacional de Energía, elaborado por la SENER, que contiene información sobre el consumo de energía para distintas industrias. Cabe mencionar, que la información no fue completa debido a que no se contó con el nivel de desagregación deseado y, en particular, para algunos subsectores no se contó con la totalidad de la información, por lo que su consumo energético está subestimado. Por lo tanto, la recolección de más información y a mayor nivel de detalle para el sector industrial es uno de los retos a alcanzar en el futuro, ya que parte de sus niveles de consumo energético son desconocidos. Para lograr este objetivo es necesaria la cooperación entre distintas dependencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y las cámaras industriales.

La industria con la mayor intensidad energética por unidad de VA fue la manufacturera, seguida por el sector primario, la generación de electricidad, gas y agua, y la minería. No obstante, la industria manufacturera tuvo el mayor descenso en intensidad energética durante el periodo 1993-2009.

2.1 Indicadores de energía

Los indicadores del sector industrial que cuentan con mayor cantidad de información disponible y que son más fáciles de obtener son los que hacen referencia a la intensidad energética del sector, es decir, a la relación entre la energía consumida por unidad de valor agregado producido.

Si bien este tipo de indicadores permite un análisis de tendencias sobre el uso de energía en subsectores de la industria, no resultan los más precisos para medir la eficiencia energética ya que responden a cambios en precios y no logran captar las diferencias en procesos productivos en donde se involucra un mayor consumo de energía. Asimismo, no reflejan las variaciones en la calidad y composición de los productos, en el procesamiento y mezcla de la materia prima

⁵¹ El consumo final energético representa la energía entregada a los consumidores finales (transporte, industria, residencia, generación de electricidad, servicios y comercio y otros) incluyendo los productos energéticos utilizados como materia prima. No se consideró el consumo propio del sector energético (centro de transformación, consumo propio y pérdidas por transporte y distribución), recirculaciones y diferencia estadística.

⁵² Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency. Key Insights from IEA Indicator Analysis. AIE, 2008.

utilizada, en los cambios en la tecnología empleada, así como en la estructura de los distintos sectores de la industria⁵³.

En este sentido, la AIE recomienda la construcción de indicadores basados en la producción física. Estos indicadores no están influenciados por fluctuaciones en los precios y, al no estar determinados por el valor de la producción, presentan una relación directa con los procesos operativos y la tecnología utilizada, además de que permiten el análisis de mejoras en los potenciales de eficiencia⁵⁴. Sin embargo, debido a la heterogeneidad en las unidades producidas en la industria y a la falta de información existente para construir este tipo de indicadores, se calcularon estos indicadores únicamente para algunas industrias: celulosa y papel, cemento y clinker, aluminio y siderurgia.

El reporte de los indicadores de intensidad energética se presenta desagregado por las ramas de la industria de acuerdo con CIIU. Ésta clasificación es comparable con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)⁵⁵, utilizada para la construcción de toda la estadística oficial en México y en los países socios del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (Estados Unidos y Canadá).

Los indicadores de intensidad energética de la industria propuestos por la AIE se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Indicadores de energía de la industria y el sector primario

Indicador	Descripción	Unidades de medida	Sectores
Intensidad energética por unidad de valor agregado	Relación entre la energía consumida por unidades de valor agregado producidas	GJ/VA en dólares constantes PPA GJ/VA en pesos constantes GJ/VA en dólares constantes	A, B, C, D y E del CIIU
Intensidad energética por unidad de producción física	Relación entre la energía consumida por unidades de producción física	GJ/toneladas producidas	21- Celulosa y papel 26- Cemento y clinker 27 – Siderurgia y aluminio

2.1.1. Método de cálculo

Fuentes de información

En México existen varias fuentes que proveen información confiable y actualizada sobre el desempeño económico de los sectores primario e industrial (minería, manufacturas, construcción y suministro de electricidad, gas y agua), siendo el INEGI el principal proveedor de este tipo de información.

⁵³ Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency. Key Insights from IEA Indicator Analysis. Agencia Internacional de Energía, 2008.

⁵⁴ Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. Agencia Internacional de Energía, 2007.

⁵⁵ Para mayor detalle ver <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regso.asp?Ci=47&Lg=3>

En este sentido, el INEGI elabora las cuentas nacionales, que incluyen la medición del PIB, las cuales están indexadas al año 2003⁵⁶. La retropolación⁵⁷ de la serie del PIB con base en 2003 está disponible únicamente para el periodo 1993-2003, por lo que no se contó con datos del VA desagregados por rama de la industria para años anteriores a 1993 y, consecuentemente, no se pudieron construir los indicadores de intensidad energética para dichos años.

Para el cálculo del VA en dólares en paridad de poder adquisitivo (PPA), se utilizó el VA a precios constantes de 2003 del INEGI, y el valor de PPA de 2003, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). De esta forma se obtuvo el VA referido en dólares PPA con base en el año 2003 y no al año 2000, según lo establecido por la AIE. Esto se debió a que la información con el detalle por rama estaba disponible, únicamente, a través de los datos del INEGI.

Cabe mencionar que se utilizó el PIB en dólares PPA debido a que así lo solicita la AIE para la construcción de sus indicadores, de tal forma que se puedan realizar los comparativos internacionales. Si bien los niveles absolutos del indicador referidos en dólares y en pesos son diferentes, el comportamiento (variaciones) es el mismo, por lo que para efecto de análisis de tendencias no importa en qué unidades monetarias se esté reportando el PIB mientras esté en precios constantes.

Las fuentes de información de la producción en unidades físicas fueron las siguientes:

- La producción de cemento en toneladas se obtuvo a través de la Encuesta Industrial Mensual del INEGI.
- La Asociación Mundial del Acero (*World Steel Association*) publica la producción de acero bruto desagregada en hornos de oxígeno básico (BOF, por sus siglas en inglés), hornos de arco eléctrico y hierro de reducción directa.
- La producción de celulosa y papel con las divisiones solicitadas, la proporciona la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés).

Cabe mencionar que no se contó con información detallada sobre la producción física de aluminio.

Por su parte, en el Balance Nacional de Energía, que elabora anualmente la SENER y cuyas series de datos son difundidas en el SIE, se publica el consumo final por tipo de energético de los principales sectores de la economía, incluyendo a los sectores primario e industrial. Adicionalmente, publica el consumo final por tipo de energético desagregado para algunas ramas de la industria. Para su estimación, la SENER recurre al uso de las fuentes de información económica, complementadas con información energética obtenida a través de la Encuesta de Consumo de Energía del Sector Industrial (ECESI), que desde 2003 recopila para conocer el consumo de energía de las industrias más intensivas en su uso.

⁵⁶ El cambio de base de las cuentas nacionales al año 2003 se realizó con el objetivo de homologar conceptos incluidos en censos y encuestas de acuerdo al SCIAN.

⁵⁷ Método de estimación de valores pasados en series de tiempo.

La SENER envía la ECESI a las cámaras industriales en formato electrónico en Excel para que sea repartida entre las empresas afiliadas. El punto de observación puede ser el establecimiento, la empresa o la industria en su totalidad, según la disponibilidad de información. Cabe mencionar que se otorga esta flexibilidad en el llenado para facilitar y poder incrementar el porcentaje de respuesta, calidad y oportunidad de la información de la industria. Esta información se maneja bajo los principios de confiabilidad y reserva establecidos en la Ley de Información Estadística y Geográfica.

De esta forma, la SENER ha realizado sus estimaciones sobre el consumo energético por producto y rama de la industria con base en la información recopilada a través de la ECESI, de diversas variables de desempeño económico por rama de la industria, proporcionadas por el INEGI, y a través del consumo total del sector industrial reportado por la CFE, el IMP y PEMEX.

Del mismo modo, la SENER ha realizado ejercicios de interpolación de información recibida en otros años para obtener mayor representatividad y para la corrección de probables desviaciones. Esto resulta de gran utilidad, principalmente, para los años en los que no se obtuvo el porcentaje de respuesta deseado de algunas industrias.

No obstante, el consumo energético por industria se estimó únicamente para las ramas de la industria que han colaborado con el llenado de la ECESI en al menos un año durante el periodo de recopilación de la encuesta (2003-2009), debido a que para su estimación se requieren los parámetros de consumo proporcionados por la misma.

Por esta razón, no se logró la estimación detallada del consumo energético de algunas actividades y ramas industriales. En este caso, los indicadores de ciertas ramas de la industria contienen información únicamente para aquellas actividades industriales con información recopilada mediante la ECESI y que son representativas de la producción de la rama, excluyendo la información de las actividades sin datos recopilados. Por otro lado, hay otras ramas de la industria de las cuales no se obtuvo información para ninguna de sus actividades.

En la Tabla 13 se presentan las ramas de la industria que se reportaron con actividades faltantes para el cálculo de los indicadores por unidad de VA.

Tabla 13. Ramas de la industria que no cuentan con información completa para la construcción de los indicadores por unidad de VA

Industria CIIU	Información disponible	Información faltante
15-16 Elaboración de productos alimenticios, bebidas y de productos de tabaco	<ul style="list-style-type: none"> - Azúcar - Bebidas envasadas - Cerveza y malta - Tabaco 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos lácteos - Producción y procesamiento de carne, pescado, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas - Productos de molinería, almidones y alimentos para animales - Panadería, cacao y derivados, y otros productos alimenticios - Producción de aguas minerales - Bebidas alcohólicas a partir de sustancias fermentadas y vinos

17-19 Fabricación de productos textiles, prendas de vestir, cueros y calzado		- TODAS
20 Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles		- TODAS
22 Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones		- TODAS
24 Fabricación de sustancias y productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sustancias químicas básicas - Abonos - Plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador - Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos - Pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas - Fibras manufacturadas
25 Elaboración de hule y productos plásticos	- Productos de hule	- Productos plásticos
26 Fabricación de productos minerales no metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Industria del cemento - Fabricación de vidrio y productos de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos de cerámica y arcilla - Artículos de hormigón, cemento y yeso - Artículos de piedra - Otros productos minerales no metálicos como asfalto, aislante, etc.
27 Fabricación de metales básicos	<ul style="list-style-type: none"> - Industrias básicas de hierro y acero - Fabricación, refinación y fundición de aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricación, refinación y fundición de metales preciosos - Fabricación, refinación y fundición de otros metales no ferrosos como níquel y cobre
28-32 Fabricación de productos elaborados de metal, maquinaria y equipo		- TODAS
40-41 Suministro de electricidad, gas y agua	- Suministro de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> - Suministro de gas - Suministro de agua

La Tabla 14 muestra la información disponible y faltante para la construcción de los indicadores de intensidad energética referenciados a las unidades físicas de producción.

Tabla 14. Información disponible y faltante para la construcción de los indicadores de la industria por unidad de producción

Industria CIIU	Indicador	Información disponible	Información faltante
21 Elaboración de celulosa y papel	Consumo energético para la producción de papel y celulosa/ Producción de papel y celulosa (GJ/t)	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo energético para la producción de papel y celulosa (GJ) - Producción de papel y celulosa (t) 	
	Consumo energético para la producción de celulosa / Producción de celulosa (GJ/t)	- Producción de celulosa (t)	- Consumo energético para la producción de celulosa (GJ)
	Consumo energético para la producción de papel / Producción de papel (GJ/t)	- Producción de papel (t)	- Consumo energético para la producción de papel (GJ)

26 Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Consumo energético para la producción de cemento / Producción de cemento (GJ/t)	- Consumo energético para la producción de cemento (GJ) - Producción de cemento (t)	
	Consumo energético para la producción de clinker / Producción de clinker (GJ/t)		- Consumo energético para la producción de clinker (GJ) - Producción de clinker (t)
27 Fabricación de metales básicos	Consumo energético para la producción siderúrgica / producción siderúrgica total (GJ/t)	- Consumo energético para la producción siderúrgica (GJ) - Producción siderúrgica total (t)	
	Consumo energético para la producción siderúrgica a través de hornos de oxígeno básico / Producción siderúrgica con hornos de oxígeno básico (GJ/t)	- Producción siderúrgica con hornos de oxígeno básico (t)	- Consumo energético para la producción a través de hornos de oxígeno básico (GJ)
	Consumo energético para la producción siderúrgica a través de hornos de arco eléctrico/ Producción siderúrgica con hornos de arco eléctrico (GJ/t)	- Producción siderúrgica con hornos de arco eléctrico (t)	- Consumo energético para la producción a través de hornos de arco eléctrico (GJ)
	Consumo energético para la producción de aluminio/ Producción de aluminio (GJ/t)	- Consumo energético para la producción de aluminio (GJ)	- Producción de aluminio en toneladas (t)

Cabe señalar que para la recopilación de la ECESI 2009 se fortaleció el contacto con los representantes de las cámaras industriales, principalmente a través de la Comisión de Energéticos de la Confederación de Cámaras de la Industria de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN)⁵⁸, y se intensificó el seguimiento al llenado de la encuesta. Con ello se esperaba obtener un mayor porcentaje de respuesta por parte de las ramas industriales, así como lograr cubrir la información de las industrias faltantes. En este sentido, si bien se obtuvo un avance en el interés y respuesta de algunas ramas industriales, no se logró recopilar la ECESI de las industrias de las que se desconoce su consumo energético (por ejemplo, textil, maderera, maquinaria y equipo).

Calculo de indicadores

Con la información sobre el consumo de energía por industria obtenida del Balance Nacional de Energía, el VA a pesos constantes de 2003 del INEGI y el valor PPA en dólares de 2003 de la OCDE (6.8 pesos mexicanos por dólar americano), se obtuvo la intensidad energética de cada actividad económica por medio de la siguiente ecuación:

⁵⁸ Organismo de representación industrial que integra a 47 cámaras nacionales, 15 regionales, 3 cámaras genéricas y 42 asociaciones de los distintos sectores productivos del país.

$$IE_{i,t} = \frac{C_{i,t}}{\left(VA_{i,t} / 6.8 \right)}$$

Donde:

$IE_{i,t}$ es la intensidad energética de la actividad industrial i en el año t .

$C_{i,t}$ es el consumo de energía de la actividad industria i en el año t .

$VA_{i,t}$ es el VA a pesos constantes de 2003 de la actividad i en el año t .

Por su parte, el indicador de intensidad energética por unidad física de producción se calculó como el cociente del consumo de energía y la producción en unidades físicas para las industrias antes mencionadas.

2.2 Resultados⁵⁹

La industria más intensiva en el uso de energía fue la manufacturera, que en 2009 presentó una factor de consumo de 9.8 MJ por dólar PPA de 2003 producido. A pesar de ello, las manufacturas lograron reducir su intensidad energética a una tasa promedio anual de 0.8% entre 1993 y 2009 (Tabla 15).

Le siguieron el sector primario, la industria de generación, transmisión y suministro de electricidad y la industria minera, que en el mismo año reportaron una intensidad de 3.1, 2.3 y 1.0 MJ por dólar PPA de 2003 producido. Por el contrario, la construcción fue la industria menos intensiva en consumo energético, con un valor de 0.15 MJ por dólar producido (PPA de 2003).

Tabla 15. Consumo e intensidad energética por industria y sector primario

Sector	Indicador	1993	1995	2000	2005	2009	Crec. Prom. anual (%) 1993-2009
Industria manufacturera	Consumo de energía (PJ)	1,665.0	1,686.7	1,850.1	1,905.3	2,011.1	1.2%
	PIB (mmd de PPA 2003)	148.4	144.9	210.6	212.6	204.4	2.0%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	11.2	11.6	8.8	9.0	9.8	-0.8%
	Participación en el consumo de energía (%)*	90.8%	90.6%	89.3%	89.0%	88.4%	-0.2%
	Participación en el PIB (%)	17.2%	17.1%	19.1%	17.8%	16.7%	-0.2%
Sector primario	Consumo de energía (PJ)	92.6	93.5	115.5	122.5	146.5	2.9%
	PIB (mmd de PPA 2003)	32.9	34.8	39.5	41.9	47.0	2.3%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	2.8	2.7	2.9	2.9	3.1	0.6%
	Participación en el consumo de energía (%)*	5.0%	5.0%	5.6%	5.7%	6.4%	1.5%
	Participación en el PIB (%)	3.8%	4.1%	3.6%	3.5%	3.8%	0.0%

⁵⁹ En todos los cálculos se utilizó la cifra sin redondeo.

Industria de suministro de electricidad, gas y agua	Consumo de energía (PJ)	23.5	26.0	35.5	40.1	39.0	3.2%
	PIB (mmd de PPA 2003)	9.9	10.8	14.0	14.8	17.1	3.5%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	2.4	2.4	2.5	2.7	2.3	-0.2%
	Participación en el consumo de energía (%)*	1.3%	1.4%	1.7%	1.9%	1.7%	1.9%
	Participación en el PIB (%)	1.1%	1.3%	1.3%	1.2%	1.4%	1.2%
Industria minera	Consumo de energía (PJ)	46.8	49.8	63.8	64.9	65.5	2.1%
	PIB (mmd de PPA 2003)	53.1	53.0	61.3	65.7	65.9	1.4%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8%
	Participación en el consumo de energía (%)*	2.6%	2.7%	3.1%	3.0%	2.9%	0.8%
	Participación en el PIB (%)	6.2%	6.3%	5.6%	5.5%	5.4%	-0.8%
Industria de la construcción	Consumo de energía (PJ)	6.5	5.2	7.7	8.2	12.0	3.9%
	PIB (mmd de PPA 2003)	53.7	45.0	67.8	75.5	79.0	2.4%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	0.12	0.12	0.11	0.11	0.15	1.4%
	Participación en el consumo de energía (%)*	0.35%	0.28%	0.37%	0.38%	0.53%	2.5%
	Participación en el PIB (%)	6.2%	5.3%	6.1%	6.3%	1.1%	-10.4%

*La participación es con respecto al consumo total del sector primario e industrial.

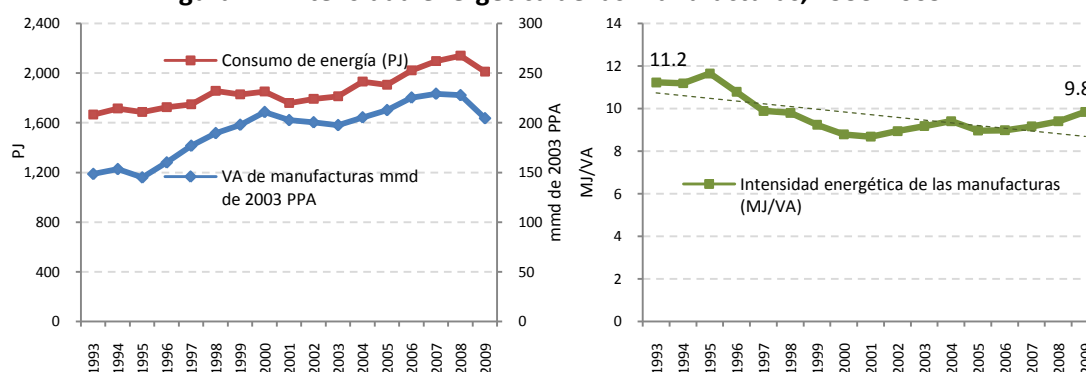
Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

El sector primario y las industrias de la minera y la construcción incrementaron su intensidad energética en una tasa promedio anual de 0.6%, 0.8% y 1.4% respectivamente entre 1993 y 2009. Para poder revertir esta situación, es importante que se difundan y promuevan medidas que contribuyan al mejor uso de la energía, aprovechando la disponibilidad en el mercado de nuevas tecnologías de mayor eficiencia. Para ello, tanto el gobierno mexicano como el sector privado deben comprometerse a buscar mecanismos de capitalización que permitan financiar medidas y acciones en materia de eficiencia energética.

Industria de las manufacturas

Las actividades manufactureras representaron la industria con un mayor descenso en la intensidad energética, al pasar de 11.2 MJ por dólar PPA de 2003 producido en 1993 a 9.8 MJ por dólar PPA de 2003 producido en 2009 (Figura 11).

Figura 11. Intensidad energética de las manufacturas, 1993-2009

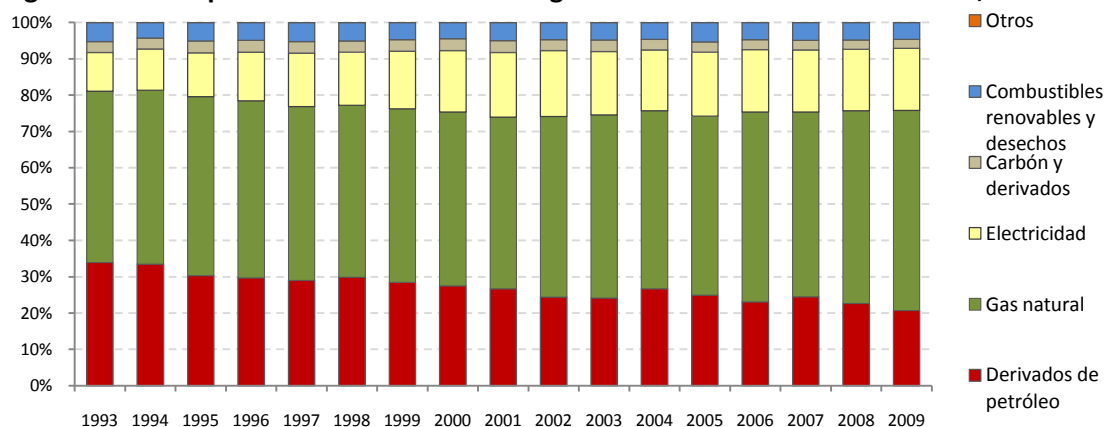


Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

En 2009 el consumo total de energía de la industria manufacturera fue de 2,011.1 PJ. El uso de gas natural representó 55.1% de la energía consumida; los derivados de petróleo participaron con 20.7%, la electricidad con 17.1%, los combustibles renovables, desechos y otros (por ejemplo, energía solar) con 4.7% y el carbón y sus derivados con 2.4% (Figura 12).

Para los derivados de petróleo, el combustóleo fue el energético más utilizado, con una participación de 38.8%, seguido por el consumo de coque de petróleo con 31.1%, diesel con 18.5%, gas L.P. con 10.6%, y una pequeña participación de 1.0% de gasolinas y naftas.

Figura 12. Participación del consumo de energía en la industria de manufacturas, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

En la Tabla 16, así como en el análisis posterior, se presenta los resultados del consumo de energía por unidad de valor agregado por PPA de 2003 e intensidad energética de cada industria manufacturera, ordenadas de acuerdo con el nivel de intensidad energética de las mismas.

Tabla 16. Consumo e intensidad energética de las manufacturas

Rama de las manufacturas	Indicador	1993	1995	2000	2005	2009	Crec prom anual (%) 1993-2009
Coque y petrolíferos ⁶⁰	Consumo de energía (PJ)	589.9	564.3	578.9	636.4	798.0	1.9%
	PIB (mmd de PPA 2003)	4.4	4.7	5.8	6.6	6.4	2.3%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	133.1	119.8	100.3	96.7	124.2	-0.4%
	Participación en el consumo de energía (%)*	35.4%	33.5%	31.3%	33.4%	39.7%	0.7%
	Participación en el VA (%)*	3.0%	3.3%	2.7%	3.1%	3.1%	0.3%
Metales básicos	Consumo de energía (PJ)	153.5	172.0	207.2	162.6	155.4	0.1%
	PIB (mmd de PPA 2003)	7.5	8.3	11.7	12.7	10.4	2.1%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	20.5	20.8	17.6	12.8	14.9	-1.9%
	Participación en el consumo de energía (%)*	9.2%	10.2%	11.2%	8.5%	7.7%	-1.1%
	Participación en el VA (%)*	5.1%	5.7%	5.6%	6.0%	5.1%	0.0%

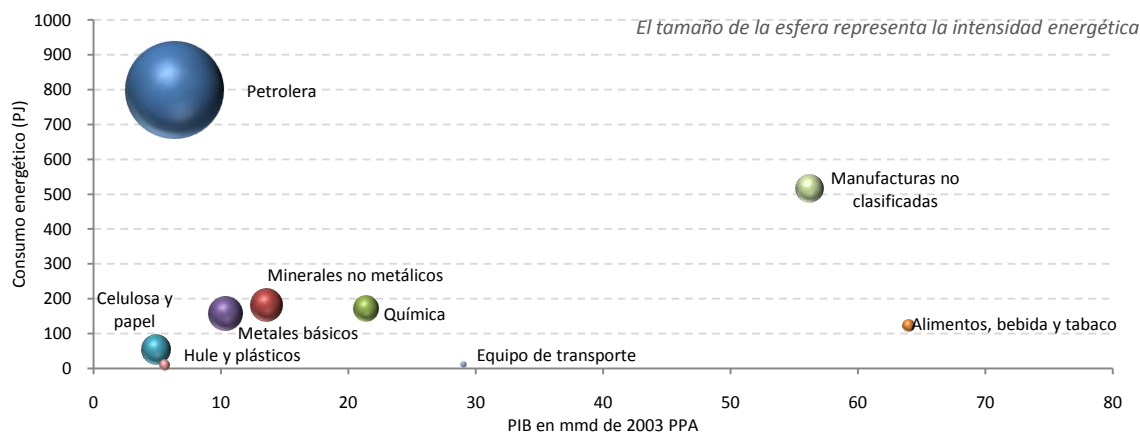
⁶⁰ Excluye el consumo de energía de la industria petroquímica de PEMEX, el cual se contabiliza dentro de la industria química. El gas natural no se incluye dentro de esta clasificación.

Minerales no metálicos	Consumo de energía (PJ)	130.7	110.2	139.3	168.4	180.6	2.0%
	PIB (mmd de PPA 2003)	10.6	9.5	5.8	14.2	13.7	1.6%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	12.4	11.6	24.1	11.9	13.2	0.4%
	Participación en el consumo de energía (%)*	7.9%	6.5%	7.5%	8.8%	9.0%	0.8%
	Participación en el VA (%)*	7.1%	6.6%	2.7%	6.7%	6.7%	-0.4%
Química	Consumo de energía (PJ)	295.0	298.1	270.3	201.0	171.1	-3.3%
	PIB (mmd de PPA 2003)	16.4	16.8	20.8	21.1	21.4	1.7%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	18.0	17.7	13.0	9.5	8.0	-4.9%
	Participación en el consumo de energía (%)*	17.7%	17.7%	14.6%	10.6%	8.5%	-4.5%
	Participación en el VA (%)*	11.1%	11.6%	9.9%	9.9%	10.5%	-0.3%
Celulosa y papel	Consumo de energía (PJ)	44.0	35.2	50.5	51.6	51.9	1.0%
	PIB (mmd de PPA 2003)	2.9	3.0	4.2	4.6	5.0	3.5%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	15.2	11.6	12.1	11.3	10.4	-2.4%
	Participación en el consumo de energía (%)*	2.6%	2.1%	2.7%	2.7%	2.6%	-0.1%
	Participación en el VA (%)*	1.9%	2.1%	2.0%	2.2%	2.4%	1.4%
Alimentos, bebidas y tabaco	Consumo de energía (PJ)	142.3	137.4	135.8	146.3	121.5	-1.0%
	PIB (mmd de PPA 2003)	42.6	44.0	53.0	59.7	64.0	2.6%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	3.3	3.1	2.6	2.4	1.9	-3.5%
	Participación en el consumo de energía (%)*	8.5%	8.1%	7.3%	7.7%	6.0%	-2.1%
	Participación en el VA (%)*	28.7%	30.4%	25.2%	28.1%	31.3%	0.5%
Hule y plásticos	Consumo de energía (PJ)	3.7	3.5	8.9	8.1	7.3	4.3%
	PIB (mmd de PPA 2003)	4.3	4.1	5.5	5.9	5.6	1.7%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	0.9	0.9	1.6	1.4	1.3	2.6%
	Participación en el consumo de energía (%)*	0.22%	0.21%	0.48%	0.43%	0.36%	3.1%
	Participación en el VA (%)*	2.9%	2.8%	2.6%	2.8%	2.8%	-0.3%
Equipo de transporte	Consumo de energía (PJ)	6.5	5.1	8.7	8.6	9.7	2.5%
	PIB (mmd de PPA 2003)	19.3	15.3	33.3	33.6	29.1	2.6%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	0.34	0.33	0.26	0.26	0.33	-0.1%
	Participación en el consumo de energía (%)*	0.39%	0.30%	0.47%	0.45%	0.48%	1.3%
	Participación en el VA (%)*	13.0%	10.6%	15.8%	15.8%	14.2%	0.6%
Manufacturas no clasificadas	Consumo de energía(PJ)	299.4	360.8	450.6	522.2	515.6	3.5%
	PIB (mmd de PPA 2003)	40.3	39.0	63.7	54.2	48.7	1.2%
	Intensidad energética (MJ/PIB)	7.0	8.4	6.6	8.7	9.2	1.7%
	Participación en el consumo de energía (%)*	18.0%	21.4%	24.4%	27.4%	25.6%	2.2%
	Participación en el VA (%)*	27.2%	26.9%	30.2%	25.5%	23.8%	-0.8%

*La participación es del consumo total y del VA de la industria manufacturera

Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Figura 13. PIB, consumo e intensidad energética de las industrias manufactureras, 2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

- La industria de fabricación de coque y productos refinados del petróleo, representada por PEMEX⁶¹ en la producción de coque y productos petrolíferos, fue la industria manufacturera más intensiva en el consumo energético en 2009, al requerir 124.2 MJ por cada dólar (PPA de 2003) producido, con un consumo de 798.0 PJ en ese mismo año (Figura 13). El consumo de energía de esta industria representó 39.7% de la energía total utilizada por las industrias manufactureras, en tanto, la producción participó con 3.1% del VA manufacturero.

Cabe mencionar que en este rubro se contabilizó el consumo de energía para el transporte y suministro de gas, a pesar de que éste debiera considerarse en la industria de suministro de electricidad, gas y agua. Esto se debió a que la información que se tenía de PEMEX no contaba con el nivel de desagregación requerido para realizar dicha división por proceso productivo. No obstante, a través del Sistema de Información de Seguridad Industrial y Protección de PEMEX (SISPA), que contiene información de los consumos de energía de PEMEX por actividad sustantiva (producción de crudo, proceso de crudo, producción de petrolíferos, petroquímicos, condensados, proceso de gas natural, transporte por ducto, y transporte por autotank y buquetank), va a ser posible el cálculo con mayor precisión de las variables e indicadores.

Si bien la situación productiva de las subsidiarias de PEMEX no es alentadora, debido a que en muchos casos presentan rezagos en infraestructura y maquinaria y equipo por la antigüedad y falta de mantenimiento e inversión de los mismos⁶², entre 1993 y 2009 se observó una tendencia decreciente en los requerimientos energéticos de la producción, con una disminución de 0.4% promedio anual en dicho periodo.

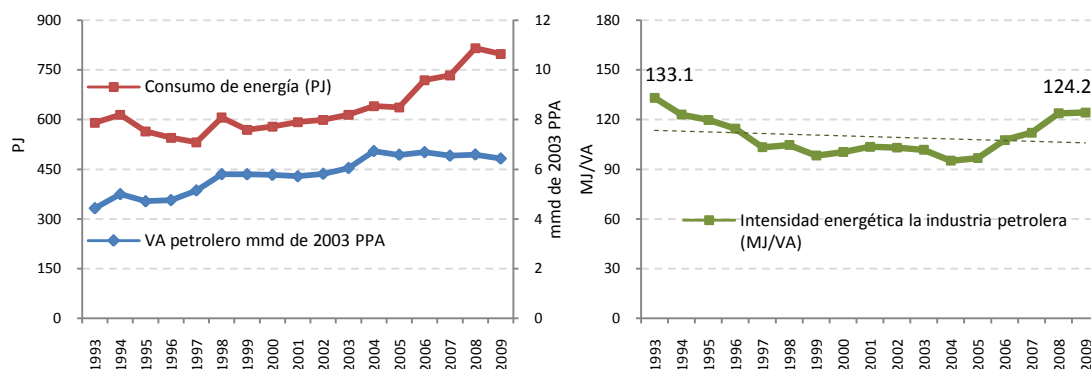
Cabe mencionar que estas brechas en el desempeño operativo de PEMEX son reconocidas por el sector energético nacional, por lo que en la Estrategia Nacional de Energía, que tiene como base la visión 2024, se estableció como línea de acción el mantenimiento de prácticas operativas de eficiencia en PEMEX de acuerdo con estándares internacionales. Para ello se establecen los siguientes requerimientos: desarrollo e instrumentación de programas de

⁶¹ En la industria petrolera se contabiliza a tres subsidiarias de PEMEX: PEMEX Exploración y Producción (PEP), PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) y PEMEX Refinación (PREF). En tanto que PEMEX Petroquímica (PPQ) se considera dentro de la industria química.

⁶² Diagnóstico: situación de PEMEX. Secretaría de Energía y Petróleos Mexicanos, 2008.

mejora operativa; implementación de programas de eficiencia energética en las instalaciones; instrumentación de estándares homogéneos de operación de ductos; redefinición de prácticas de programas de mantenimiento y desarrollo de proyectos de inversión en infraestructura.

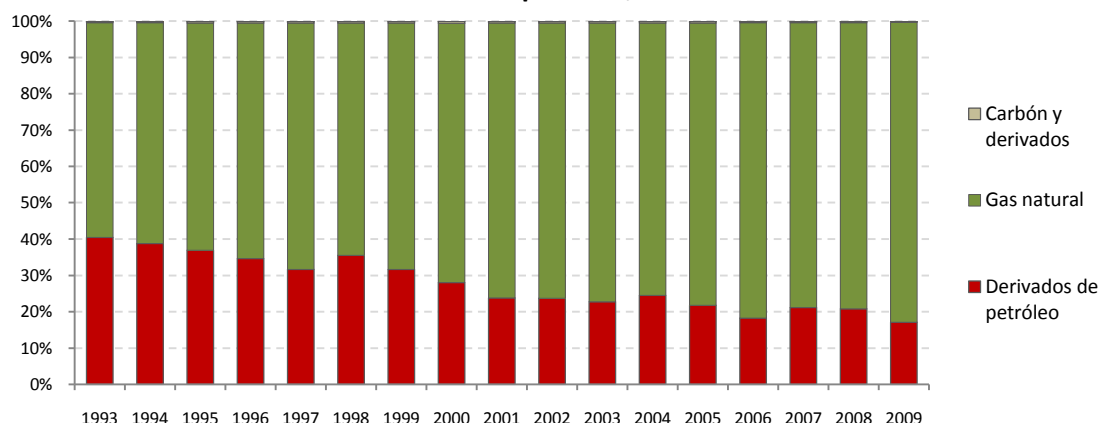
Figura 14. Intensidad energética de la industria de coque y productos refinados del petróleo, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

El mayor consumo de energía de esta rama provino del uso de gas natural, que aportó 82.5% de la energía utilizada, resultado de la gradual sustitución en el consumo de derivados del petróleo por gas natural que se ha observado en los últimos 10 años. En tanto que los derivados del petróleo y el consumo de coque de carbón participaron con 17.1% y 0.4%, respectivamente (Figura 15).

Figura 15. Participación del consumo de energía en la industria de coque y productos refinados del petróleo, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

En 2009 las actividades petroleras de PEMEX⁶³ contaron con una capacidad instalada de 1,476.0 MW para la cogeneración de electricidad y 472.3 para la autoproducción⁶⁴, mediante plantas de configuración de ciclo combinado que consumen gas natural. Sin embargo, más de la mitad de los equipos para la autogeneración operan con tecnología de baja eficiencia

⁶³ Sin considerar PEMEX Petroquímica.

⁶⁴ Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

energética y se encuentran al final de su vida útil⁶⁵. Por año, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) autoriza la autogeneración de 9,807.0 GWh.

Cabe señalar que para el suministro y consumo de energía eléctrica, PEMEX está desarrollando proyectos potenciales de cogeneración en dos etapas⁶⁶:

1. Autoabastecimiento: en la actualidad, PEMEX satisface su propia demanda eléctrica utilizando la infraestructura de la CFE para el transporte y distribución de la electricidad generada entre sus instalaciones. En esta etapa, PEMEX contempla el proyecto de cogeneración a gran escala (Complejo Procesador de Gas Nuevo PEMEX) para sustituir la operación de equipos ineficientes o aquellos que se encuentran al final de su vida útil, y para venta de excedentes eléctricos a la CFE. Este proyecto se realizará con apoyo de dicha institución, previendo portear 260 MW excedentes a otros centros de trabajo de PEMEX, y se espera esté concluido en 2012.
2. Apoyo al Sistema Eléctrico Nacional (SEN): en esta etapa, PEMEX buscará desarrollar el resto del potencial de cogeneración, y se coordinará con la CFE para incorporar los excedentes al SEN. Esta etapa comenzará después de 2012.

- La **producción de metales básicos** fue la cuarta industria con mayor uso de energía, al consumir 155.4 PJ en 2009, en tanto que ocupó la segunda posición en intensidad energética, al utilizar 14.9 MJ por dólar PPA de 2003 producido⁶⁷ (Figura 16).

Su contribución al VA manufacturero fue de 5.1% en 2009. La siderurgia aportó 66.0% del valor agregado de producción de la industria, en tanto que la fabricación del aluminio participó con 4.1% del mismo y el porcentaje restante (29.9%) estuvo representado por la fabricación de otros metales no ferrosos y de moldeo por fundición de piezas metálicas. Cabe recordar que únicamente se obtuvo información de consumo de las industrias siderúrgica y de aluminio.

El consumo de energía de la siderurgia representó 97.3% del uso final de la industria de metales básicos. En consecuencia, la producción siderúrgica participó con una mayor incidencia en la intensidad energética de la rama, que presentó una tasa de decrecimiento promedio anual de 1.9% entre 1993 y 2009.

Cabe señalar que el indicador de intensidad energética con relación a las toneladas producidas de hierro y acero⁶⁸ también disminuyó 2.6% promedio anual en el periodo de referencia (Figura 16).

⁶⁵ Estudio sobre cogeneración en el sector industrial en México. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y Comisión Reguladora de Energía, con la colaboración y asistencia de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Diciembre de 2009.

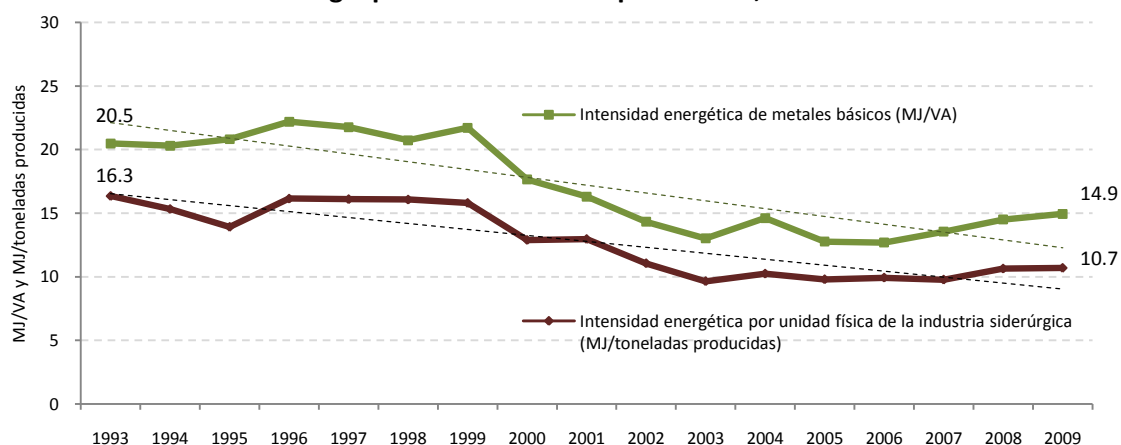
⁶⁶ Estrategia para optimizar el uso de la energía eléctrica en Petróleos Mexicanos, PEMEX, 2008.

⁶⁷ El promedio de este indicador para países miembros de la AIE está entre 40 y 50 MJ por dólar PPA producido. La razón por la cual el indicador para México es muy bajo se debe a que para su cálculo solamente se incluye el consumo de las industrias de aluminio y siderurgia. No obstante, este indicador está en revisión.

⁶⁸ Sin hacer la distinción entre la producción a partir de horno de oxígeno básico y horno de arcos eléctricos.

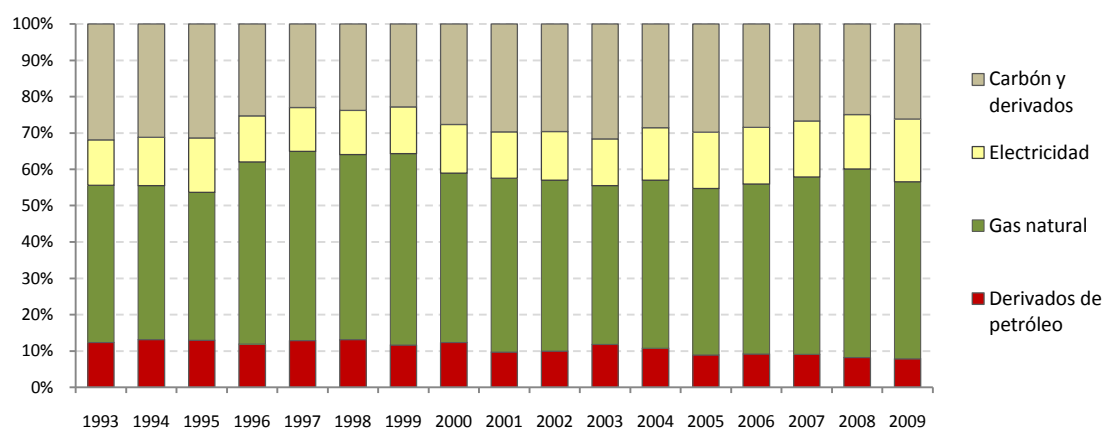
Lo anterior se explica por las acciones de mejora implementadas en el uso de la energía por parte de las empresas siderúrgicas desde 1991, año en que se privatizó esta industria. Entre las acciones realizadas, se invirtió en la adquisición de nuevas tecnologías y se implementaron proyectos de eficiencia energética en los procesos de combustión, como el precalentamiento de chatarra, la colada continua, la implementación de velocidad variable en bombas y ventiladores, las mejoras en el sellado de hornos y la reducción de fugas, además de la inyección de carbón pulverizado y gas natural a altos hornos, entre otros ejemplos.⁶⁹

Figura 16. Intensidad energética de la industria de metales básicos con base en el VA y de la siderurgia por unidad física de producción, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Figura 17. Participación del consumo de energía en la industria de metales básicos, 1993-2009



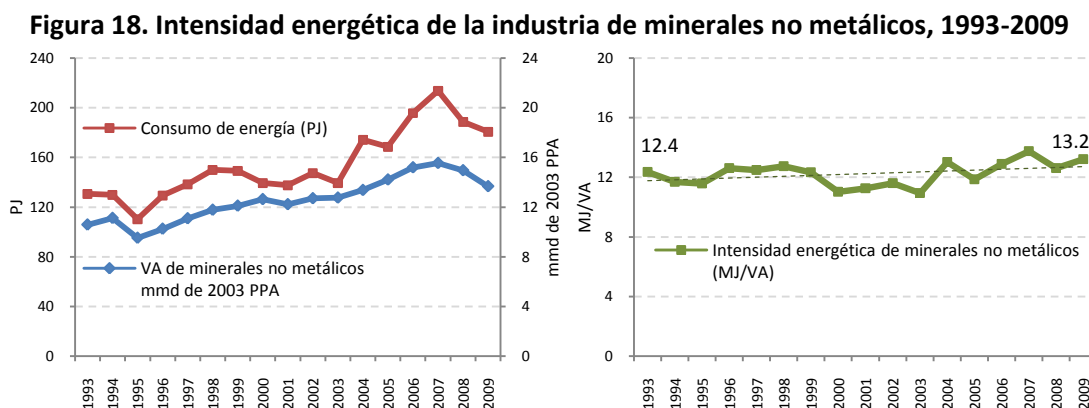
Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

En el consumo por producto energético de la industria de metales básicos destacó el uso de gas natural, que representó 48.1% del uso final y aumentó 0.7% promedio anual entre 1993 y 2009. Por su parte, los derivados del petróleo aportaron 7.7% de la energía utilizada y redujeron su consumo a una tasa promedio anual de 2.8% en el mismo periodo. En tanto, el consumo de coque de carbón representó 25.5% y disminuyó a una tasa de 1.2% promedio

⁶⁹ Proyectos de eficiencia energética. Cámara Nacional del Acero (CANACERO) y Encuesta sobre el Consumo Energético del Sector Industrial.

anual. Por su parte, el consumo de electricidad representó 18.7% del uso final, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2.5% en los últimos 16 años (Figura 17).

- La **industria de minerales no metálicos** fue la tercera industria más intensiva en el uso de la energía en 2009, al requerir 13.2 MJ por dólar PPA de 2003 y fue la segunda con mayor consumo de energía, con 180.6 PJ utilizados (Figura 18). Como se indica en la Tabla 13, para el cálculo del indicador sólo se consideró el consumo de energía de las industrias del cemento y del vidrio, mientras que se utilizó el VA de todo el subsector. Por lo tanto, el valor del indicador de intensidad energética de la industria de minerales no metálicos está subestimado.



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

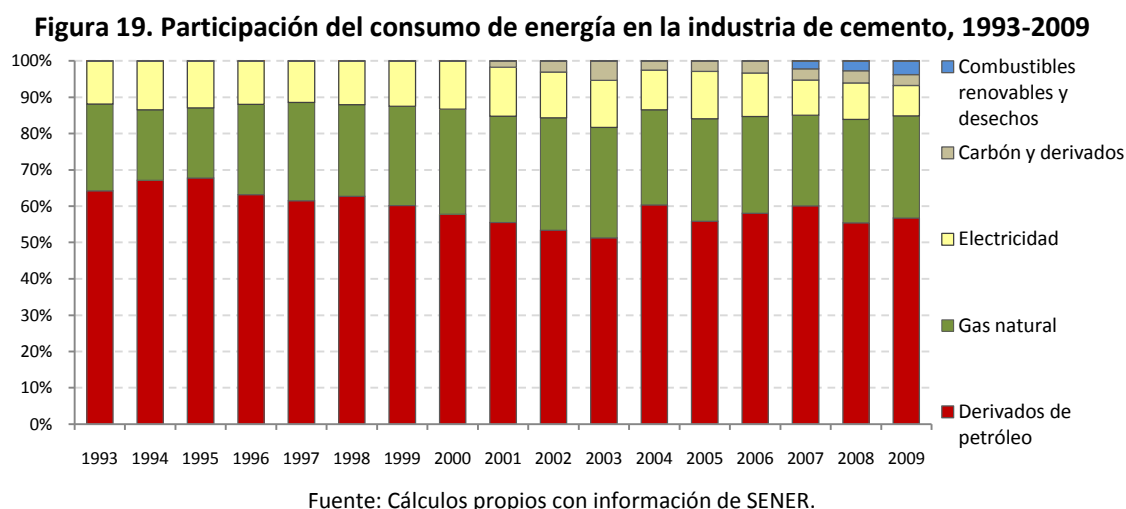
Por su parte, esta industria fue la cuarta en importancia con base en el VA que generó, con una participación de 6.7% del VA manufacturero de 2009. Las actividades más significativas fueron la fabricación de cemento y la fabricación de vidrio, que en 2009 aportaron 57.0% y 22.5% del valor de la producción, respectivamente. Le siguieron las actividades de fabricación de productos de arcilla (13.7%), productos de cal y yeso (3.7%) y otros productos (3.1%).

El cemento, además de su importancia económica con respecto al VA, representó una de las actividades con mayor consumo energético, al utilizar 72.1% del consumo de energía de la industria de minerales no metálicos en 2009. Del total del uso de la energía en la producción de cemento, 75.4% provino de derivados de petróleo, siendo el coque de petróleo el combustible de mayor participación, al aportar 93.2% de la energía proveniente de este rubro, seguido por el uso de combustóleo y diesel, que participaron con 6.6% y 0.2%, respectivamente. Por su parte, el uso de gas natural aportó 6.6% al consumo energético final, la electricidad 8.5%, los materiales de desecho⁷⁰ 5.3% y el carbón mineral 4.2% (Figura 19).

Cabe señalar que en los últimos años la industria cementera ha sustituido el consumo de energéticos como carbón mineral, gas natural y combustóleo, por el consumo de coque de petróleo, derivado en gran medida de su menor costo. Por su parte, se ha reducido el consumo de electricidad en 0.7% promedio anual entre 1993 y 2009, debido a medidas de ahorro de energía eléctrica implementadas por las empresas cementeras.

⁷⁰ El consumo estuvo compuesto por residuos sólidos, residuos líquidos y llantas.

Asimismo, el uso de materiales de desecho como fuente energética en los procesos productivos representó una de las medidas e innovaciones en el consumo de energía⁷¹ realizadas por la industria en los últimos años, cuyo uso se ha incrementado desde 2007, año en que comenzó a recopilarse esta información. En 2009 el consumo de fuentes alternativas de energía totalizó 6.9 PJ, lo que significó un incremento de 32.9% respecto al año anterior.



La industria del cemento cuenta con una capacidad instalada de 590.0 MW para la autoproducción de electricidad a partir de coque y energía eólica, con una generación anual autorizada de 2,850.5 GWh⁷². Por su parte, la industria cementera mexicana no cuenta con la capacidad operativa para la cogeneración de electricidad, debido a que todas las plantas de producción cementera cuentan con tecnología eficiente en el uso de calor, con una liberación de gases de menos de 200°C, por lo que no existe posibilidad de aprovechamiento para la generación eléctrica⁷³.

La producción cementera en México se concentra en seis principales empresas que han logrado mantener su competitividad a niveles internacionales. Lo anterior ha sido impulsado por una continua actualización, a través de la renovación tecnológica y capacitación de su personal. Esto ha incidido en el posicionamiento de la industria cementera mexicana como una de las más eficientes a nivel mundial. Además, las 31 plantas de cemento existentes en México cuentan con una certificación de “Industria Limpia” otorgada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), como resultado de grandes esfuerzos para sustituir combustibles tradicionales, utilizar adecuadamente materiales residuales e invertir en equipos de alta tecnología⁷⁴.

⁷¹ Este tipo de industria puede aprovechar la quema de desechos dados los altos niveles de temperatura de los hornos durante su proceso de producción. Además, las emisiones de gases de efecto invernadero son mucho menores que si se realizara la quema a cielo abierto.

⁷² Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

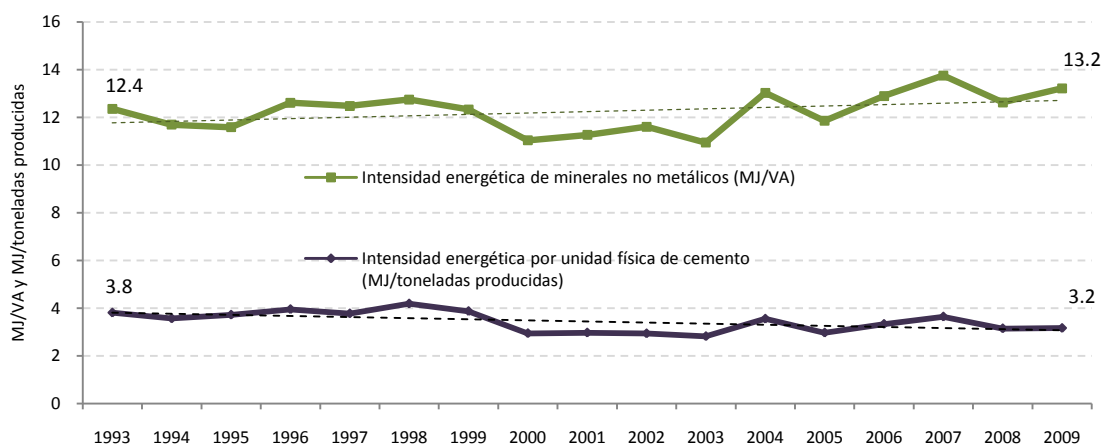
⁷³ Estudio sobre cogeneración en el sector industrial en México. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y Comisión Reguladora de Energía, con la colaboración y asistencia de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Diciembre de 2009.

⁷⁴ Cámara Nacional del Cemento.

Con lo anterior, la industria cementera registró una intensidad energética de 3.2 MJ en relación al total de toneladas producidas en 2009, y ha logrado reducirla a una tasa de 1.2% promedio anual entre 1993 y 2009.

A pesar de la significativa participación de la producción cementera en la industria de minerales no metálicos, esta última presentó un ligero incremento en su intensidad energética de 0.4% promedio anual entre 1993 y 2009, por lo que no reflejó los avances y mejorías que ha logrado la industria. Lo anterior supone un deterioro en la intensidad energética de la industria del vidrio (Figura 20).

Figura 20. Intensidad energética de las industrias de minerales no metálicos y del cemento, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

- La **industria química** consumió 171.1 PJ en 2009, presentó una intensidad energética de 8.0 MJ por dólar PPA de 2003 producido y participó con 10.5% del VA manufacturero (Figura 22).

En México, dicha industria está compuesta por diversas actividades, desde la fabricación de productos para consumo intermedio, como la química básica, que representó alrededor de 39% del valor de la producción de 2009 y dentro de la cual predomina la fabricación de productos petroquímicos, hasta productos finales, como productos farmacéuticos, jabones y fertilizantes y agroquímicos, que en conjunto representaron poco más de 40% del valor de la producción final, entre otros.

En 2009 fue la industria con mayor proporción de consumo de gas natural, con 80.0% del uso final, el cual ha ganado mayor participación debido a que ha sustituido el consumo de combustóleo como un mecanismo de reducción de emisiones de GEI. Por su parte, la electricidad participó con 10.7% y derivados del petróleo con 9.3% del consumo final (Figura 21).

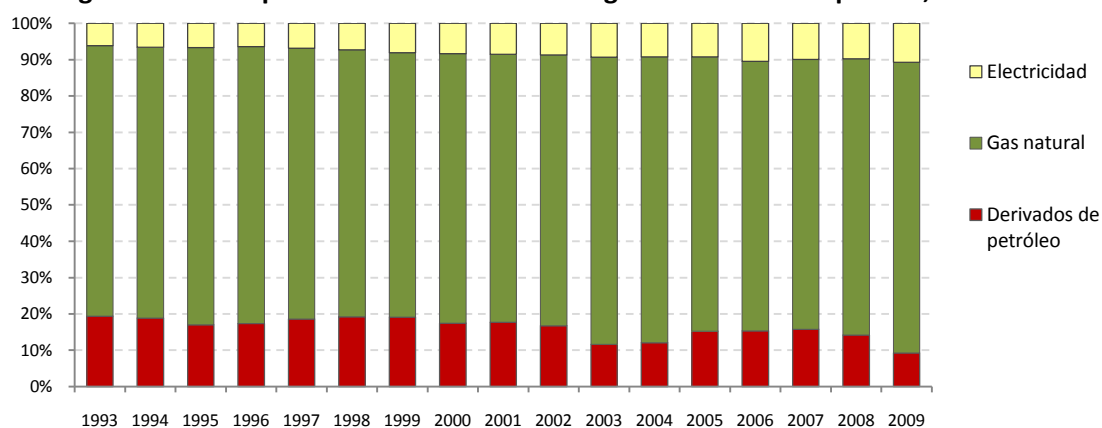
Las acciones de reducción de gases contaminantes realizadas se deben, en gran medida, a que representa una de las industrias más reguladas en México y en el mundo, debido a los altos niveles de riesgo y afectación a la salud y medio ambiente que presenta. En este sentido, se

han observado importantes avances en la reducción del uso de energía, así como en la construcción de plantas y formulación de procesos productivos más seguros.

Con ello, la intensidad energética disminuyó 4.9% promedio anual entre 1993 y 2009, lo que representó la mayor tasa de reducción de intensidad energética entre todas las industrias en México.

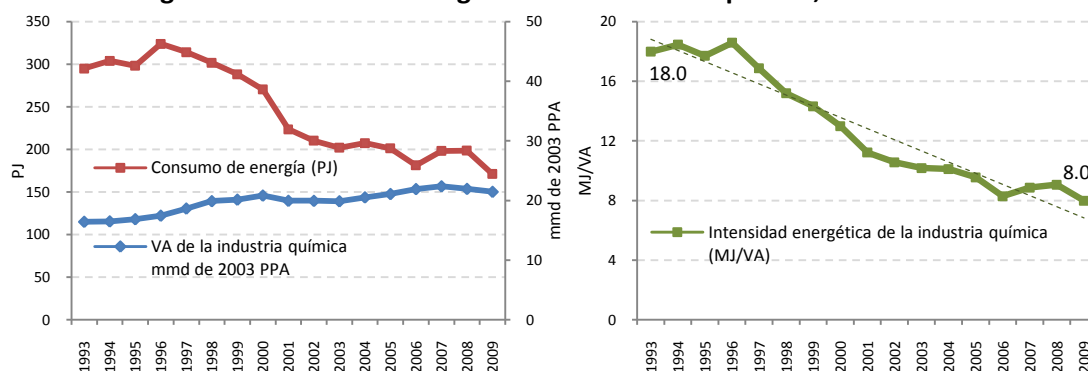
Entre las mejoras en eficiencia energética reportadas por la industria está la renovación y arreglo de sistemas de generación y distribución de vapor, como la eliminación de fugas en tuberías de vapor, control de purgas, etc.; reducción en la electricidad consumida a través de las sustitución de motores eléctricos y cambio en luminarias; además de la implementación de mejoras en los procesos de combustión⁷⁵ (Figura 22).

Figura 21. Participación del consumo de energía en la industria química, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Figura 22. Intensidad energética de la industria química, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

En 2009 la industria química contó con una capacidad autorizada de 1,189.0 MW para cogeneración de electricidad y 114.8 MW para la autoproducción a partir de diesel, combustóleo y gas natural. Con ello se autorizó la generación anual de 7,540.7 GWh⁷⁶. Cabe

⁷⁵ Encuesta sobre el Consumo Energético en el Sector Industrial

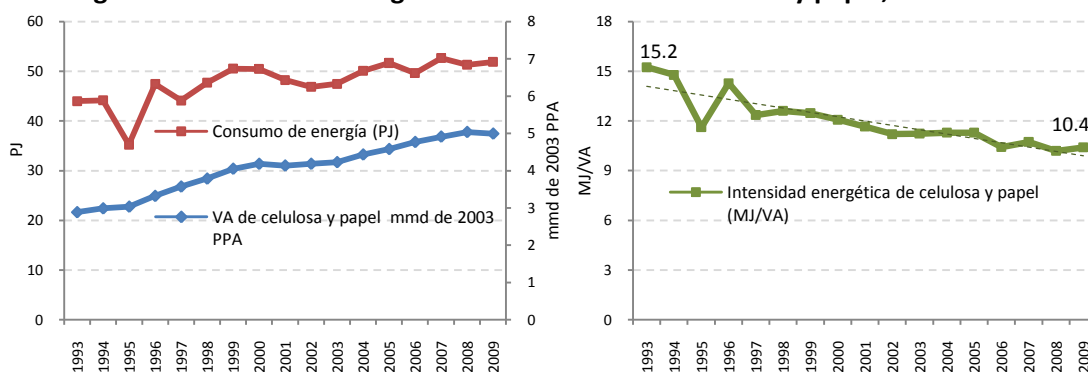
⁷⁶ Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

señalar que únicamente 13.5% del total de la capacidad autorizada para la autogeneración en 2009 perteneció a proyectos de Petroquímica de PEMEX⁷⁷.

- La **industria de celulosa y papel** representó la sexta industria manufacturera con mayor consumo de energía en 2009, al utilizar 51.9 PJ, y la cuarta más intensiva en el uso de la energía, al registrar un valor de 10.4 MJ por VA en dólar PPA de 2003 (Figura 23). La intensidad energética por unidad física de producción en 2009 fue de 6.0 MJ/t (Figura 24).

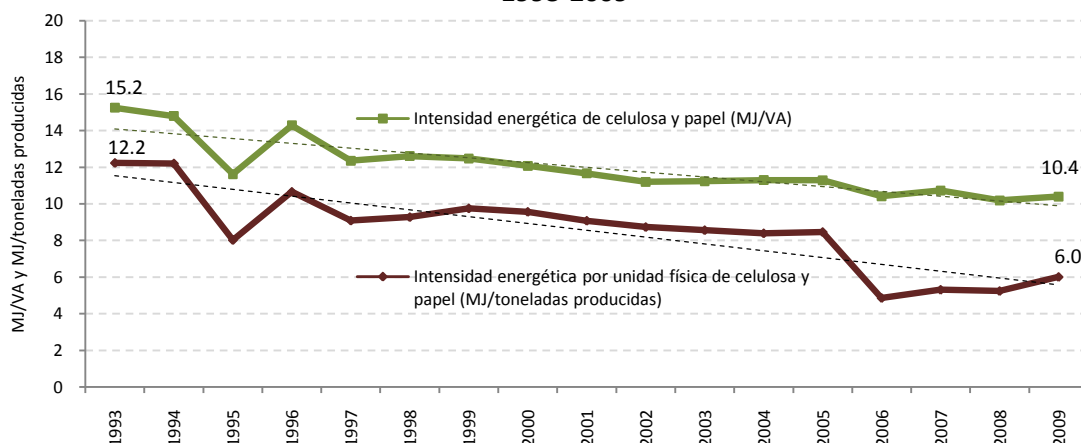
Esta industria fue una de las más dinámicas, al presentar el mayor incremento en el VA entre todas las manufacturas, que fue de 3.5% promedio anual entre 1993 y 2009, y al mismo tiempo, registrar una reducción en su intensidad energética de 2.4% promedio anual en el mismo periodo.

Figura 23. Intensidad energética de la industria de celulosa y papel, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Figura 24. Intensidad energética de las industrias de minerales no metálicos y del cemento, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

En general, este dinamismo fue resultado de la competitividad de la industria a nivel internacional, gracias a la continua actualización tecnológica y mejora en sus capacidades productivas. Algunas de estas acciones se han encaminado a la reducción de costos y mejoras en los procesos productivos que consumen energía, entre las que se encuentran la sustitución

⁷⁷ Idem.

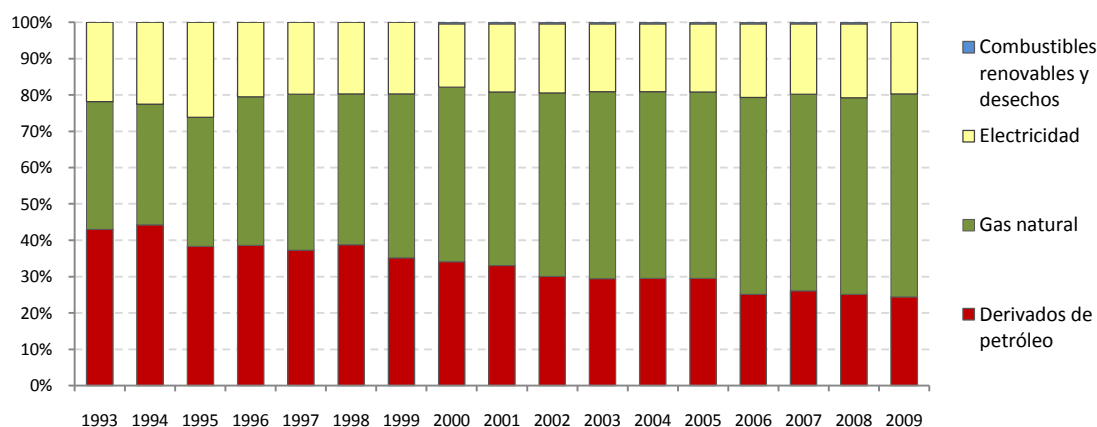
de motores eléctricos, el cambio en luminarias, mejoras en sistemas de generación, distribución y aislamiento de vapor, variadores de velocidad en sistemas de control de nivel y flujo, entre otros⁷⁸.

Cabe destacar que la industria papelera mexicana utiliza principalmente material reciclado como materia prima para la producción del papel, 85.0% del total del insumo. Esto permite la reducción de la intensidad energética de la industria, debido a que se requiere menos consumo de electricidad, además de agua y sustancias químicas para su fabricación, lo que la hace energéticamente menos intensiva en comparación con la producción de papel a partir de la celulosa⁷⁹.

En 2009 esta industria consumió 29.0 PJ de gas natural, cuyo uso se incrementó en promedio 4.0% anual entre 1993 y 2009, debido a la sustitución en el uso de combustóleo. De esta forma, el consumo de gas natural aportó 55.9% de la energía total utilizada por la industria en ese último año. El uso de derivados del petróleo participó con 24.4% de la energía final consumida, luego de haber reducido su consumo 2.5% en promedio anual durante el mismo periodo. En tanto que el consumo de electricidad representó 19.7% del consumo final y creció en promedio anual 0.4% en los últimos 16 años.

Cabe señalar que entre 2000 y 2008 existió en México una planta de producción de celulosa y papel consumidora de bagazo de caña, que participó aproximadamente con 0.5% del consumo final (alrededor de 0.24 PJ), la cual cerró su producción en 2009 (Figura 25).

Figura 25. Participación del consumo de energía en la industria de celulosa y papel, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

En 2009 la manufactura de la celulosa y papel contó con una capacidad autorizada de cogeneración de 116.0 MW y de autoproducción de 66.5 MW; además de presentar un proyecto adicional de autoproducción en proceso de construcción. Con ello, se autorizó la generación de 532.5 GWh por año⁸⁰.

⁷⁸ Encuesta sobre el Consumo Energético en el Sector Industrial.

⁷⁹ Cámara del Papel.

⁸⁰ Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

Es de notarse que alrededor de 30% de la energía eléctrica consumida por la industria de celulosa y papel es autogenerada⁸¹. Para ello, algunas plantas productivas utilizan el licor negro⁸² como biocombustible. Sin embargo, no se contó con información completa y consolidada sobre la cantidad y proporción consumida de estos productos, por lo que no se reportó en la construcción de los indicadores.

- **La industria de alimentos, bebidas y tabaco** fue la industria manufacturera con mayor valor agregado de producción, al aportar 31.3% al VA manufacturero de 2009.

Esta industria se encuentra constituida por varias actividades, entre las que se encuentra la producción de azúcar, refrescos y aguas envasadas, cerveza y malta, fabricación de cigarros, carnes y lácteos, preparación de frutas y legumbres, molienda de trigo, molienda de maíz, molienda de café, aceites y grasas comestibles, alimentos para animales y otros productos alimenticios.

Sin embargo, para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética, únicamente se contó con información de las cuatro primeras actividades mencionadas (azúcar, aguas envasadas, cerveza y malta y fabricación de cigarros), las cuales representan cerca de una tercera parte del VA de esta rama industrial. Por este motivo, se analizó únicamente el desempeño de estas actividades, por lo que el valor de la intensidad energética del sector estuvo subrepresentado por la falta de información de las demás industrias.

En 2009 la intensidad energética de la industria de alimentos, bebidas y tabaco fue de 1.9 MJ por dólar PPA de 2003 producido, con una tasa promedio anual de decrecimiento de 3.5% entre 1993 y 2009 (Figura 26). No obstante, es importante considerar que el incremento en el VA de la industria se derivó, en gran medida, de otras actividades como carnes y lácteos, preparación de frutas y legumbres, entre otros.

El consumo de energía de estas cuatro actividades fue de 121.5 PJ en 2009. Por tipo de energético predominó el uso de bagazo de caña, con una participación de 69.1% del uso total, consumido únicamente por la industria del azúcar. Los derivados de petróleo representaron 16.6% de la energía usada, mientras que el gas natural y la electricidad aportaron 8.9% y 5.4%, respectivamente (Figura 27).

Tal como se mencionó en el párrafo anterior, el bagazo de caña es utilizado por la industria azucarera para autogenerar una gran parte de la electricidad que consume. En 2009 el sector azucarero contó con una capacidad autorizada de 239.3 MW de autoproducción y de 186.2 MW de cogeneración, además de un proyecto en construcción que tendrá una capacidad adicional de 35.4 MW⁸³.

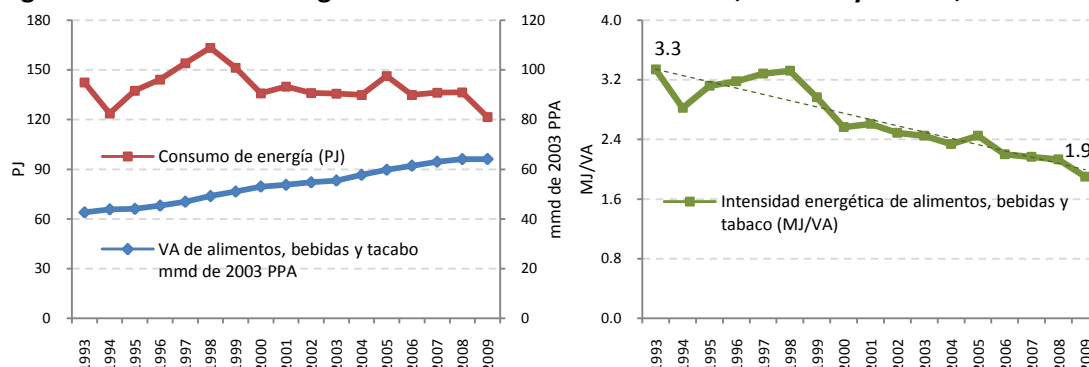
⁸¹ Cámara del Papel.

⁸² El licor negro se obtiene de la recuperación de la producción de pasta química durante la cocción de la madera, lignina y otros compuestos orgánicos.

⁸³ Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

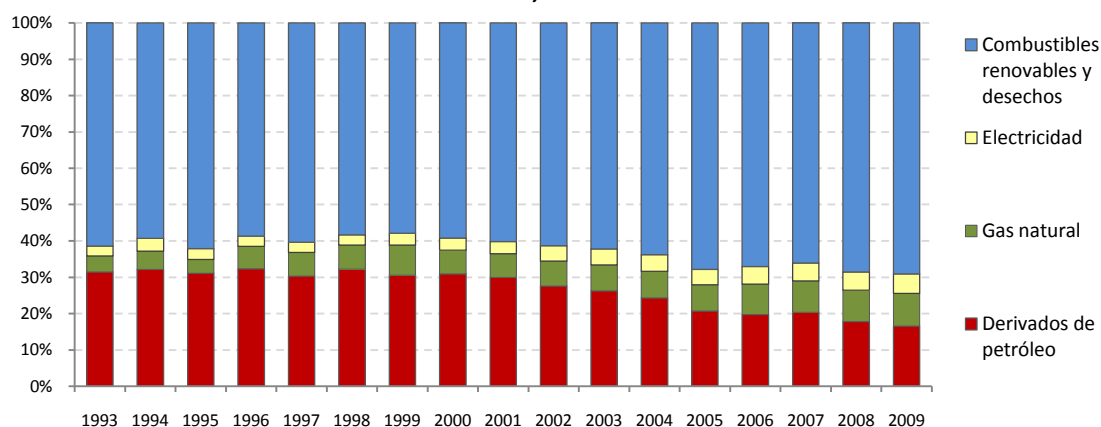
Sin embargo, a la mayoría de los ingenios azucareros en México no les resulta económico secar el bagazo de caña, por lo que tienen la práctica de quemarlo durante el periodo de la zafra. El contenido de humedad del bagazo durante la quema impide la producción de vapor suficiente, por lo que es común que se añada combustóleo al proceso térmico⁸⁴.

Figura 26. Intensidad energética de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Figura 27. Participación del consumo de energía en la industria de alimentos, bebidas y tabaco, 1993-2009



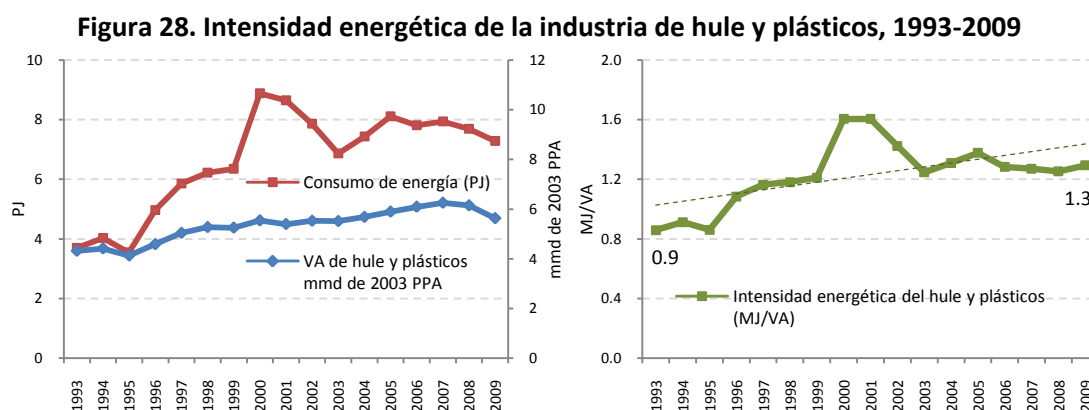
Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

- La **industria de hule y plásticos** aportó 2.8% del VA manufacturero y creció a una tasa promedio anual de 1.7% entre 1993 y 2009. Esta rama de la industria se caracteriza por contar con un elevado número de empresas. Sin embargo, alrededor de 85.0% son micro o pequeñas empresas con bajos niveles de competitividad, por lo que existe una alta tasa de inserción y deserción en el mercado. Además, dichos establecimientos cuentan con poco personal capacitado y desarrollo de tecnificación en sus procesos. Únicamente en la elaboración de algunos productos específicos de la industria se ha logrado ampliar la competitividad y mantener ventajas de calidad y alta capacidad de innovación. Tal es el caso de la fabricación de bandas para automóviles y algunas otras partes automotrices, segmento que se ha visto beneficiado por la competitividad y desarrollo del sector automotriz.

⁸⁴ Estudio sobre cogeneración en el sector industrial en México. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y Comisión Reguladora de Energía, con la colaboración y asistencia de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Diciembre de 2009.

Cabe mencionar que para el cálculo de la intensidad energética de la industria únicamente se consideró el consumo de energía para la fabricación de hule. Esta rama estuvo subrepresentada, ya que la fabricación de hule aporta poco menos de 18.0% del VA del subsector en México.

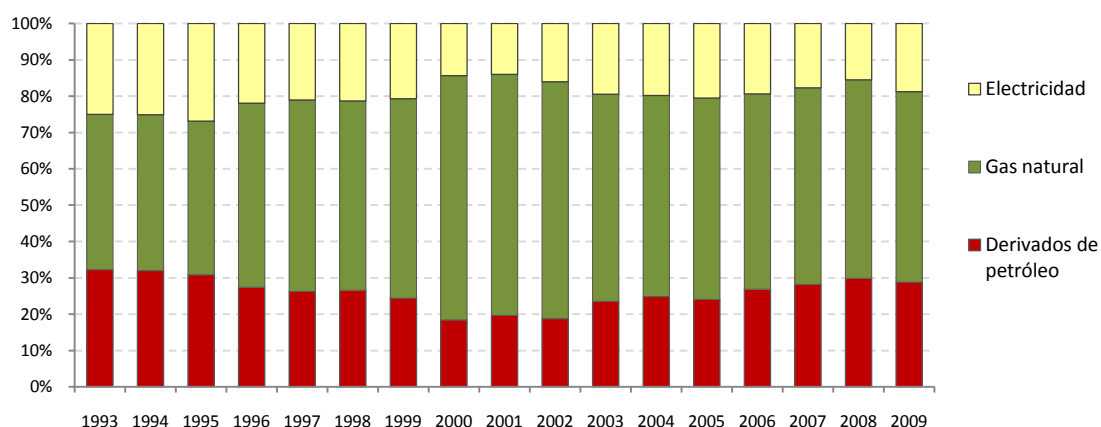
De esta forma, el consumo de energía de la industria de hule fue de 7.3 PJ en 2009 y presentó un incremento promedio anual de 4.3% entre 1993 y 2009. Con ello, la intensidad energética de la industria creció a una tasa promedio anual de 2.6% en el mismo periodo, al situarse en 1.3 MJ por dólar PPA de 2003 producido (Figura 28).



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

En general, la industria ha realizado varias acciones para incentivar el ahorro de la energía, como son la reparación o eliminación de fugas de vapor y agua, cambio de luminarias y apagado de los equipos eléctricos cuando no se utilizan, incluyendo periodos de paros laborales, sustitución de motores eléctricos y mejoras en los factores de potencia, entre otros. A pesar de ello, la implementación de estas medidas puede no verse reflejada en los indicadores debido a que el cálculo está sesgado al considerar sólo el consumo de la industria hulera.

Figura 29. Participación del consumo de energía en la industria de hule y plásticos, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Por tipo de energético utilizado, el gas natural aportó 52.4% de la energía consumida, 28.8% provino de los derivados de petróleo, de los cuales el diesel participó con 73.7%, el combustóleo con 25.3%, y el gas L.P. con 1.0%. El uso de la electricidad para el funcionamiento de los motores y bombas eléctricos representó 18.8% del consumo final (Figura 29).

- La **industria de vehículos de motor y equipo de transporte** mexicana está conformada por plantas ensambladoras de vehículos (industria terminal) y plantas de fabricación de partes y componentes (industria de autopartes). En 2008, México se situó entre los diez principales productores de equipo de transporte a nivel internacional⁸⁵.

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el creciente volumen de exportación de vehículos hacia Estados Unidos y Canadá (alrededor de 70% de las exportaciones), la industria de equipo de transporte mexicana ha tenido que adaptar su producción a los estándares ambientales de dichos países. Esto ha impulsado la reducción de costos de producción y la adopción e implementación de nuevas tecnologías para la fabricación de vehículos más eficientes y de mayor calidad con el fin de mantener la competitividad del sector. Cabe destacar que la industria automotriz ha sido una de las industrias mexicanas más beneficiadas con la firma del TLCAN.

En 2009 esta industria consumió 9.7 PJ, de los cuales la electricidad participó con 68.7%, el gas natural con 21.4% y los derivados de petróleo, en particular diesel y gas L.P, con 9.9% (Figura 30).

La fabricación de equipos de transporte representó una de las industrias menos intensivas en el uso de la energía. Su nivel de intensidad energética en 2009 fue de 0.33 MJ por dólar PPA de 2003 producido, la cual no presentó mejoría en comparación con 1993, como consecuencia, en gran medida, de la disminución del VA del sector por la crisis económica internacional de 2008, que motivó una caída de 26.8% anual en el valor de la producción de 2009. Por su parte, el consumo de energéticos no se ajustó a la caída del VA de la industria, al reducirse 5.8% en relación al año previo (Figura 31).

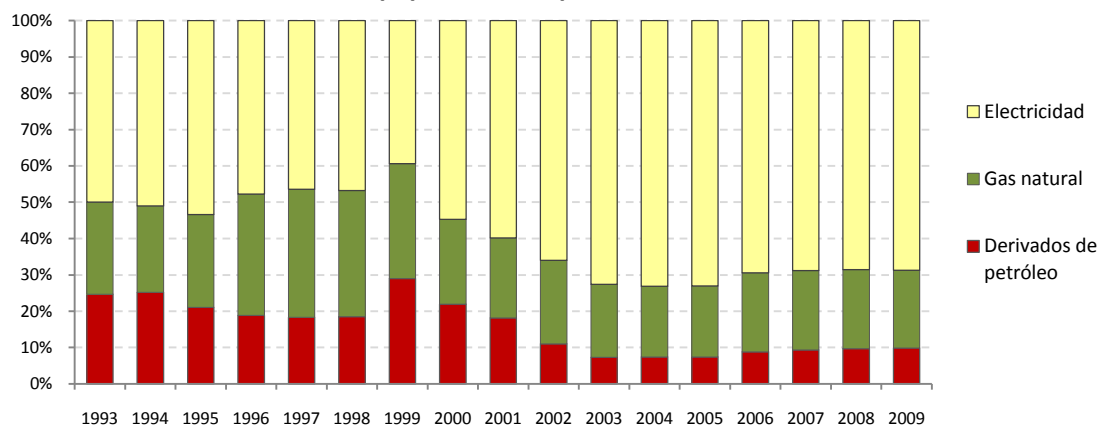
En 2000, la intensidad energética de la industria automotriz se redujo significativamente, con una disminución de 36.2% respecto al año previo. El incremento en el consumo de energía en ese año, puede explicarse por restricciones de capacidad enfrentadas por la industria debido al aumento en la producción a partir del año 2000 beneficiada por el TLCAN. La producción aumentó 27.2% en 2000 y se mantuvo en niveles de producción similares durante los años posteriores. A medida que las empresas superan dichas restricciones de capacidad en los niveles de producción, el consumo de energía regresa a la tendencia observada en años anteriores, si se supone que no hubo cambio tecnológico (Figura 31).

Dentro de las medidas implementadas por las plantas de fabricación de equipos de transporte para incentivar el consumo de energía eficiente, se encuentran la sustitución de motores

⁸⁵ La industria automotriz. Proméxico, 2008.

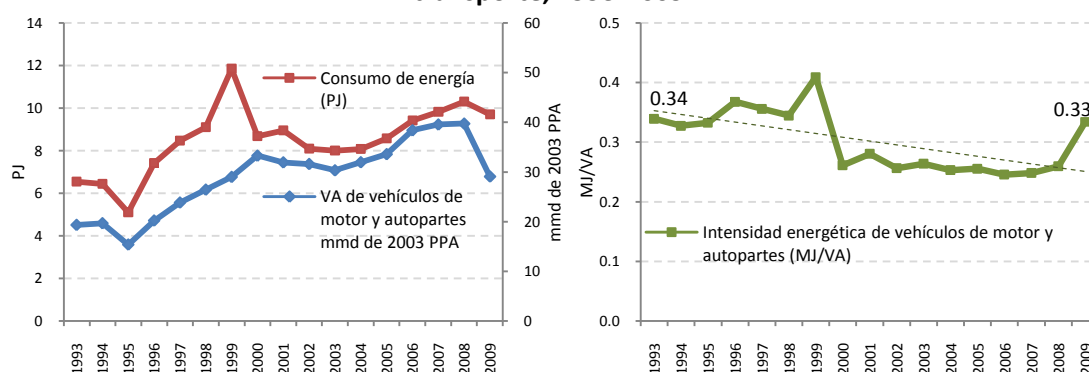
eléctricos, la optimización de tiempo de operación de los equipos como compresoras, calderas y sistemas de refrigeración, el cambio de luminarias, entre otros.

Figura 30. Participación del consumo de energía en la industria de vehículos de motor y equipos de transporte, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Figura 31. Intensidad energética de la industria de vehículos de motor y equipos de transporte, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Industria de suministro de electricidad, gas y agua

La industria de suministro de electricidad, gas y agua en México aportó 1.4% del PIB nacional en 2009, cuyo mayor valor de producción provino de la generación, transmisión y suministro de electricidad, al contribuir con 85.0% del PIB de esta industria.

Cabe señalar que el indicador de intensidad energética únicamente incorporó información sobre el consumo de energía de la industria eléctrica, debido a que no se recopiló información sobre el uso energético para el suministro de agua, en tanto que los datos correspondientes al suministro de gas se contemplaron en el sector petrolero, debido a que no se contó con información desagregada del sector por tipo de energético.

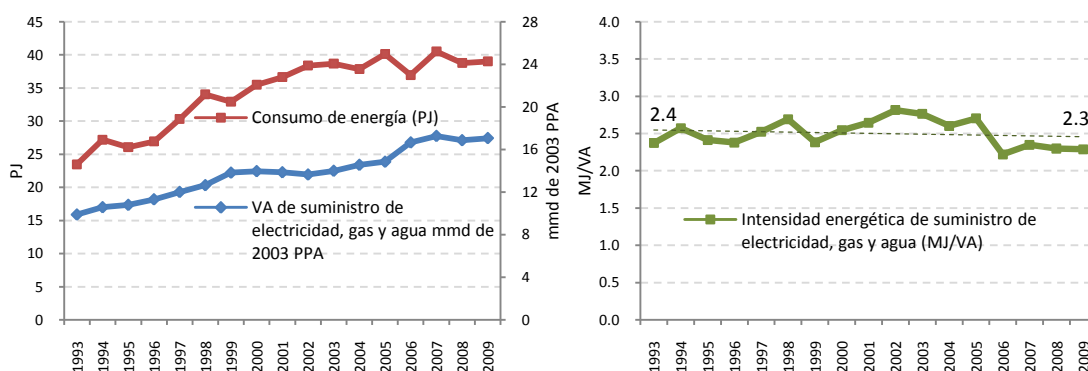
La generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en México es responsabilidad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). A partir de 1992 se autorizó la

participación del sector privado en la generación de energía eléctrica bajo la concepción de autoabastecimiento, cogeneración, Productores Independientes de Energía (PIE) y pequeña producción (menor a 30 MW), así como para la comercialización (exportaciones e importaciones) destinada a usos propios (*para mayor referencia, ver el Capítulo 4. Generación de Electricidad*).

Para el uso eficiente de la energía, la CFE cuenta con un Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) en donde se establecen las acciones que se deberán implementar a fin de mejorar las condiciones de uso energético. Entre las acciones realizadas en los últimos años se encuentran la sustitución de focos incandescentes por lámparas ahorradoras de energía, proyectos de sistemas de acondicionamiento ambiental, iluminación y electromotrices de alta eficiencia, aislamiento térmico de inmuebles de las divisiones de distribución, áreas de transmisión, centrales generadoras y oficinas nacionales.

En 2009, la CFE y los PIE consumieron 39.0 PJ de electricidad para sus procesos internos. Con ello, la intensidad energética del sector fue de 2.3 MJ por dólar PPA de 2003 producido (Figura 32).

Figura 32. Intensidad energética de la industria de suministro de electricidad, gas y agua, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Un factor que afecta la eficiencia en el suministro de electricidad son las pérdidas técnicas y no técnicas durante su proceso de conducción y comercialización, las cuales ascendieron a 41.4 TWh en 2008, lo que representó el 18.0% de la electricidad transmitida y distribuida por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en ese mismo año. En relación a las pérdidas técnicas, no se han proyectado acciones específicas para reducirlas, no obstante, las obras para atender el crecimiento de la demanda tienen como efecto colateral la disminución de las mismas. Tal es el caso de la incorporación de nuevas líneas, subestaciones y mejoras a redes de distribución que han permitido la liberación de capacidad instalada, el uso racional de la energía y la disminución en el consumo de energéticos.⁸⁶

⁸⁶ Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2010-2024, CFE.

Sector primario

En 2009 el sector primario contribuyó con 3.8% del PIB en México. En términos generales, representa un sector poco productivo debido a la falta de capitalización, mecanización y tecnificación de sus actividades:

- El sector agrícola, que representó la actividad con mayor aportación al valor de producción primaria en 2009 (55.0%), cuenta únicamente con un cuarto de la superficie cultivada de riego (5.4 millones de hectáreas), de la cual 77.0% se realiza por gravedad, mientras que el 23.0% restante utiliza tecnología para el bombeo de agua. Asimismo, 76.0% de las unidades de producción cultivan maíz y frijol para autoconsumo, 18.0% se dedican a cultivos básicos y se consideran unidades en transición hacia un nivel alto en productividad y competitividad, y sólo 6.0% de las unidades, dedicadas principalmente al cultivo de hortalizas, frutales y productos orgánicos, son altamente eficientes y rentables⁸⁷.
- Tan sólo 13.0% de las empresas pecuarias son consideradas altamente competitivas al contar con infraestructura, tecnología y personal calificado para el desarrollo de sus actividades. Estas empresas se dedican principalmente a la avicultura, porcicultura y a la producción de leche y carne de bovinos. Sin embargo, la gran mayoría de las unidades pecuarias realizan una producción en traspatio o practican la ganadería de forma extensiva con muy bajos niveles de tecnificación y poco acceso a mercados.
- La flota para realizar las actividades pesqueras rebasa, generalmente, su periodo de vida útil, con excepción de la flota atunera que es la más moderna y eficiente del país. Esto genera una pérdida de competitividad y eficiencia en el sector, además de requerir un mayor consumo de combustible para el funcionamiento de las embarcaciones. Por otro lado, no se cuenta con una red de frío⁸⁸ moderna y funcional que permita una mayor eficiencia en la distribución de los productos pesqueros en el mercado nacional.

Con ello, el consumo de energía en 2009 fue de 146.5 PJ, con un incremento de 2.9% promedio anual en los últimos 16 años, en tanto que el crecimiento promedio anual del VA del sector primario fue de 2.3% en el mismo periodo. En consecuencia, la intensidad energética del sector aumentó 0.6% en promedio anual entre 1993 y 2009, al pasar de 2.8 a 3.1 MJ por dólar PPA de 2003 producido (Figura 33).

Cabe destacar que la intensidad energética se mantuvo en niveles altos, como consecuencia del rezago en la adopción de nuevas tecnologías, el insuficiente acceso a fuentes de capital y a la falta de inversión en investigación y desarrollo experimental, lo que conlleva bajos niveles de productividad, eficiencia y competitividad a nivel internacional⁸⁹.

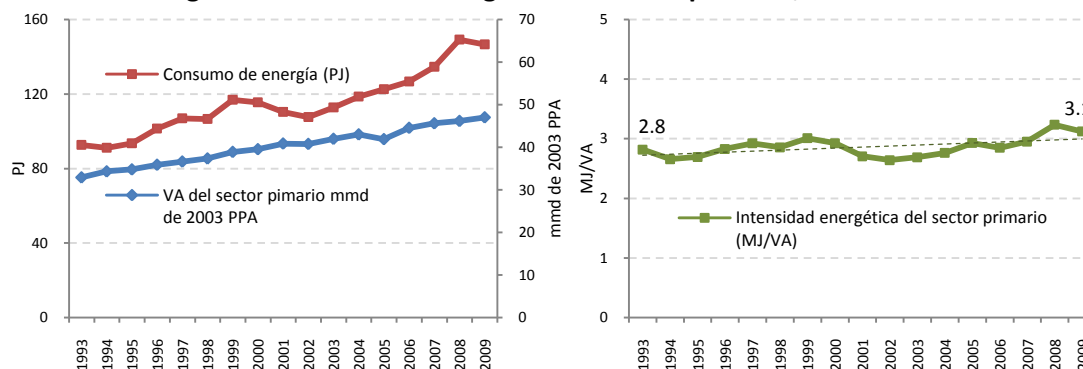
⁸⁷ Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012, SAGARPA.

⁸⁸ Una red de frío se refiere al sistema logístico que comprende recursos humanos, equipo, materiales y procedimientos para realizar el almacenamiento, conservación y transporte de los productos en condiciones óptimas de temperatura.

⁸⁹ Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012. Gobierno de México.

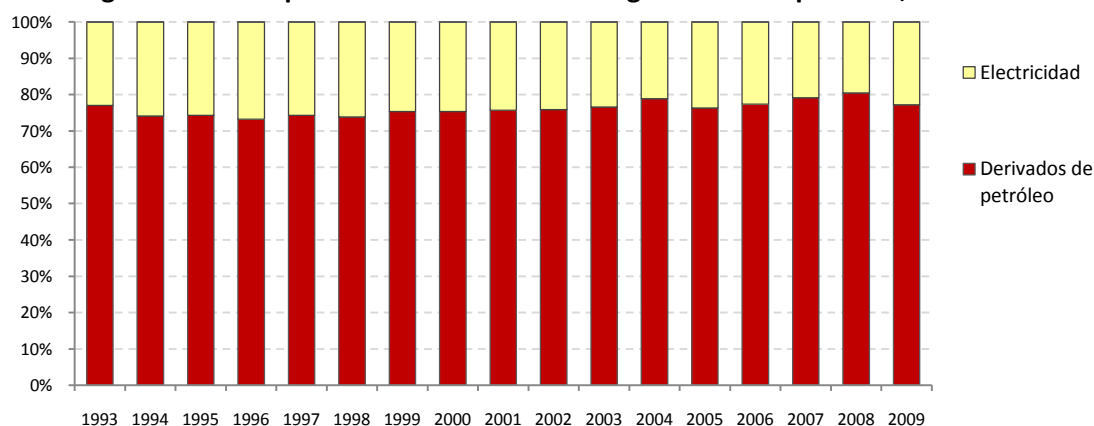
Por tipo de energético, destacó el consumo de derivados del petróleo, al aportar 77.2% de la energía utilizada en 2009, de la cual 95.3% estuvo representada por el consumo de diesel para la calefacción, combustible marino, tractores y maquinaria agrícola, entre otros; 4.6% por la utilización de gas L.P. para generar calor; y 0.04% por el queroseno para la maquinaria agrícola. Por su parte, el consumo eléctrico representó 22.8% de la energía total del sector en 2009 (Figura 34).

Figura 33. Intensidad energética del sector primario, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Figura 34. Participación del consumo de energía del sector primario, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Dentro de la modernización que requiere el aparato productivo del sector agrícola mexicano, se debe contemplar el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas, tanto para el uso de energías renovables (energía eólica, hidráulica, solar etc.) en la producción, como en el abastecimiento de insumos para los bioenergéticos (biomasa). Ambas formas de aprovechamiento de la energía alternativa permitirán potencializar su desarrollo.

Industria minera

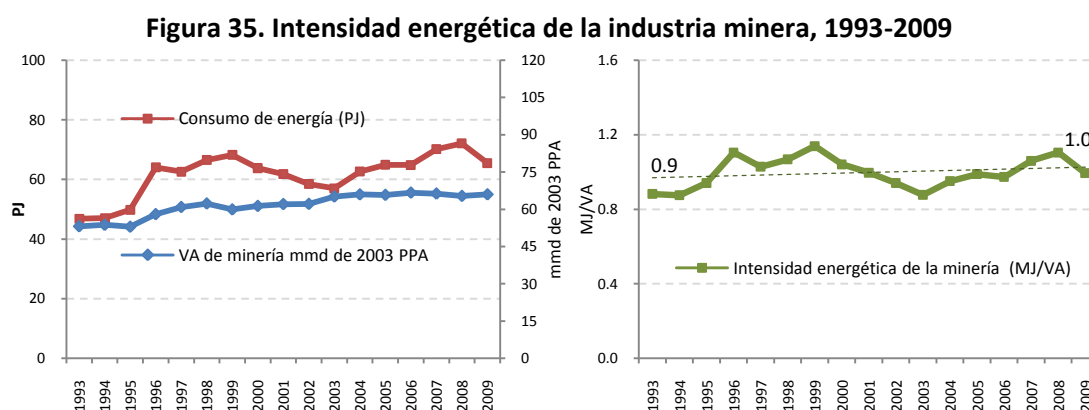
La industria minera mexicana es un sector con gran potencial de crecimiento y desarrollo, ya que 75% del territorio nacional aún no ha sido explorado. En 2009 aportó 5.4% del PIB⁹⁰ y se

⁹⁰ Los principales productos minerometalúrgicos, según su valor de producción, son el cobre, oro, plata y zinc, que en 2009 aportaron poco más de 60% al valor de producción de esta industria.

ubicó en el noveno lugar mundial en competitividad según el Índice de Potencial Minero del Instituto Fraser. En ese mismo año la industria minera mexicana ocupó el quinto lugar mundial como mejor destino de inversión del sector⁹¹.

A pesar del potencial de desarrollo de dicho sector y la atracción de capital a la industria, el avance del VA minero entre 1993 y 2009 fue modesto con un incremento de 1.4% promedio anual. En gran medida, esto se debió a los obstáculos en la exploración de nuevos yacimientos resultado de los elevados precios de los insumos, en especial de los energéticos. Por otra parte prevalece una deficiente inversión en infraestructura y una falta de desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías ocasionadas por el déficit de profesionistas, de fuerza laboral calificada y por la falta de promoción de acciones para el desarrollo sustentable, entre otros.

El consumo de energía del sector fue de 65.5 PJ en 2009, con un crecimiento de 2.1% promedio anual entre 1993 y 2009. La intensidad energética fue de 1.0 MJ por dólar PPA de 2003 producido, con un incremento de 0.8% promedio anual en el mismo periodo (Figura 35).



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

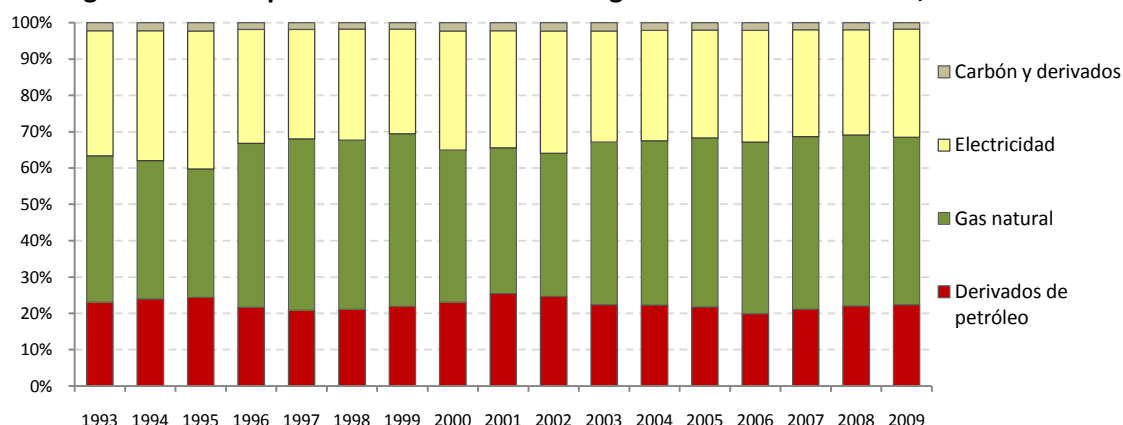
En 2009 el consumo de electricidad representó 29.8% de la demanda total de energía. La electricidad se utilizó, principalmente, para la iluminación, los sistemas de ventilación en la minería subterránea y para el procesamiento de los minerales, entre otras actividades. Los combustibles derivados del petróleo participaron con 22.3%, el gas natural con 46.1% y el carbón y sus derivados con 1.8%. Estos combustibles se utilizaron para el transporte del material, el uso de maquinaria de dragado, la fundición de materiales, etc. (Figura 36).

Cabe mencionar que la industria minera tiene un gran potencial de autogeneración de electricidad, por lo que es prioritario invertir en este tipo de proyectos. Hasta 2009 el sector minero contó con una capacidad autorizada de autoproducción de 463.2 MW y una capacidad en etapa de construcción de 464.1 MW. Asimismo, contó con 35.9 MW de capacidad de cogeneración⁹².

⁹¹ Encuesta de Compañías Mineras 2008-2009.

⁹² Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 31 de mayo de 2010. Comisión Reguladora de Energía.

Figura 36. Participación del consumo de energía de la industria minera, 1993-2009



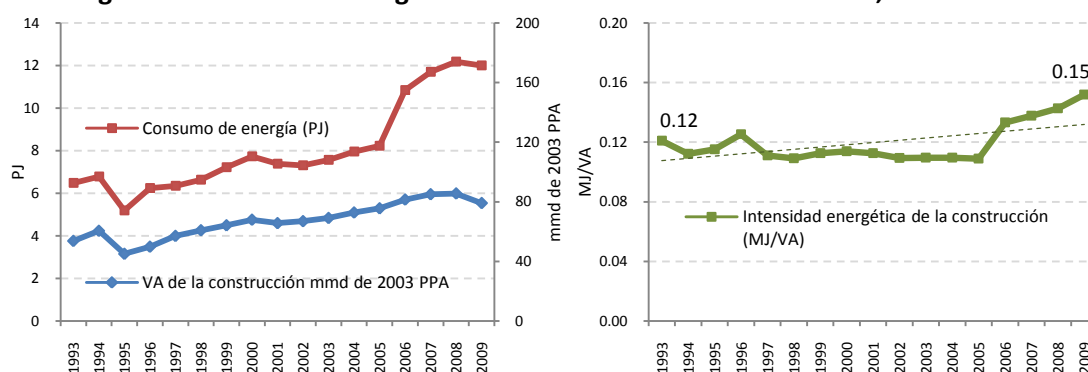
Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Industria de la construcción

A pesar del impacto que tuvo la crisis económica internacional sobre la industria de la construcción, esta actividad es importante en México, ya que en 2009 aportó 6.4% al PIB. Sin embargo, la composición de la industria no favorece su competitividad. Más de 95% de las empresas constructoras en México son pequeñas y medianas empresas (PYMES) que tienen dificultades de acceso al crédito bancario, por lo que están sujetas a los recursos de la banca de desarrollo o a ser subcontratadas por las grandes empresas⁹³. Esta situación frena la adopción de nuevas tecnologías y el uso de nuevos materiales por parte de las PYMES.

En 2009 la construcción registró el menor nivel de intensidad energética de toda la industria, con un valor de 0.15 MJ por dólar en PPA de 2003 producido. Sin embargo, ésta ha crecido a una tasa promedio anual de 1.4% en los últimos 16 años (Figura 37).

Figura 37. Intensidad energética de la industria de la construcción, 1993-2009

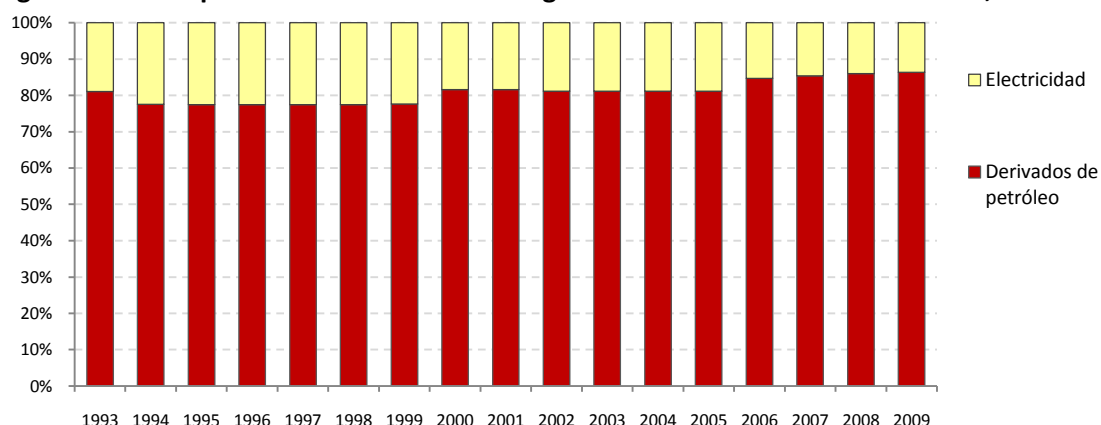


Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Por tipo de energético, el consumo de diesel fue el más importante en 2009, con una participación de 86.4%. Este combustible es utilizado, principalmente, para la maquinaria como grúas, tractores, excavadoras, etc. Por su parte, el consumo de electricidad representó 13.6% del uso energético final (Figura 38).

⁹³ Panorama actual de la industria de la construcción. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Figura 38. Participación del consumo de energía de la industria de la construcción, 1993-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

2.3 Recomendaciones y conclusiones

- Se requiere de mayor esfuerzo para la recopilación de información de las ramas industriales, ya que se desconoce gran parte de su consumo energético. Tal es el caso de los sectores textil, maderero, maquinaria y equipo, plásticos, suministro de agua potable y gas, entre otros. Para ello, es importante fortalecer la cooperación con las Cámaras de dichas industrias para que participen en el llenado y proceso de la ECESI.
- Colaborar con la CONUEE en el diseño del cuestionario sobre el consumo energético de los establecimientos considerados como usuarios con patrón de alto consumo de energía, debido a que a partir de 2011, bajo la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), estos consumidores estarán obligados a reportar información sobre su consumo energético. Esto permitirá un mayor entendimiento del uso final de la energía, principalmente de las industrias de las que no se tiene información.
 - En este sentido, se deberá evaluar la continuidad de la ECESI en caso de obtenerse información detallada y oportuna a través del cuestionario implementado por CONUEE.
 - En caso de que la información no sea suficiente, se deberá evaluar la posibilidad de elaborar cuestionarios diferenciados de la ECESI por rama o actividad industrial.
- Aprovechar la plataforma estadística del INEGI para incorporar preguntas sobre el consumo de combustibles en el sector industrial en sus diversos instrumentos de recopilación de información (encuestas, censos, etc.).
- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cuenta con un instrumento de seguimiento, actualización y recopilación de información por establecimiento industrial para reportar las emisiones GEI. Como un producto secundario, dicha herramienta recopila información sobre el consumo de combustibles. Por ello, es importante que exista una mayor coordinación entre las distintas dependencias de gobierno para lograr reducir la carga de reportes solicitados al sector privado, al mismo

tiempo que se garantice que toda la información sea de calidad y utilidad y sea explotada por las áreas correctas.

- Es conveniente regularizar los contratos eléctricos. Éstos deben revisarse y corregirse a fin de que se asignen correctamente al sector respectivo, para lograr un mayor control de la electricidad suministrada y facilitar el análisis y la caracterización de cada sector.
- El proyecto de clasificación de los usuarios de energía eléctrica de acuerdo con el SCIAN, de la CFE, permitirá un conocimiento más preciso del consumo de energía de la industria.
- Se debe generar mayor información estadística y de análisis sobre el potencial de cogeneración de cada rama o actividad de la industria. Con ello se podría promover y dar impulso a la implementación de estrategias de cogeneración.

3. Sector residencial

El análisis sobre el consumo de energía en el sector residencial se integra por aquellas actividades de uso final realizadas en todas las viviendas del país que requieren del consumo de un energético para su realización. Los principales usos finales de energía son calentamiento de agua, cocción de alimentos, calefacción y enfriamiento del espacio, iluminación, refrigeración y uso de equipos domésticos. El consumo de combustibles para la transportación de los integrantes del hogar no se considera en este sector debido a que no constituye un uso final de energía dentro las viviendas, además de que se contabiliza en el sector transporte.

El sector residencial fue el tercer consumidor de energía, tanto a nivel mundial, con una participación de 24.0% en 2008, como a nivel nacional, con un consumo de 16.7% de la energía final total en 2009.

Conocer al detalle el comportamiento sobre el consumo de energía y sus usos finales dentro de los hogares no es tarea sencilla dadas las diferencias en la estructura, comportamiento y costumbres de la población. En 2009, la población en México ascendió a 107.5 millones de habitantes y el número de viviendas a 26.7 millones, con un tamaño promedio de cuatro habitantes por hogar⁹⁴.

El estudio sobre el consumo energético en el sector residencial no puede aislarse del número y composición de los usuarios finales. Como resultado, los indicadores de intensidad en el consumo de energía en los hogares están calculados con base en tres niveles de referencia: consumo de energía per cápita, consumo de energía por hogar y consumo de energía por tamaño de la superficie (m²).

También es importante identificar la disposición, uso y características de los equipos y aparatos que utilizan energía en el hogar, dada la diversidad en el equipamiento de los hogares y la variabilidad en su utilización y potencia. En este sentido, se calcularon indicadores de consumo por tipo de energético para los principales usos finales en el hogar mencionados al inicio e indicadores de existencia y difusión del equipo doméstico.

Conocer la participación de los energéticos es relevante, ya que refleja el grado de penetración del uso de combustibles limpios y las áreas de oportunidad para la introducción de medidas que detonen la eficiencia energética y el desarrollo sustentable en el país. En 2009 la canasta de energéticos consumidos en los hogares en México estuvo compuesta por: gas L.P., leña, electricidad, gas natural, energía solar y querosenos.

En relación con los usos finales, el de mayor demanda de energía en 2008 fue el calentamiento de agua, con 47.0% del consumo total energético. Le siguieron la cocción de alimentos y la refrigeración, con participaciones respectivas de 27.5% y 9.9% de la energía total utilizada.

⁹⁴ Consejo Nacional de Población y Vivienda (CONAPO).

El consumo final por tipo de energético se desagregó en zonas urbanas y rurales. Dicho nivel de desagregación permite tener una dimensión social del consumo de energía en el sector, ya que se refleja la equidad en el acceso y distribución de los recursos energéticos en los hogares. De acuerdo con información de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2008, el porcentaje de hogares en zonas urbanas con acceso a la electricidad, ya sea a través del servicio público, de una planta particular, de un panel solar u otra fuente, fue 97.0%, en tanto que en zonas rurales fue 94.0%. Esto indica que las zonas urbanas cuentan con una mayor cobertura de la energía eléctrica, por lo que las políticas orientadas al incremento en el suministro de electricidad se deberían concentrar en las zonas rurales para mantener la equidad en el acceso. Lo anterior abre una ventana de oportunidad al aprovechamiento de las energías renovables.

Para el cálculo del equipamiento en las viviendas se utilizó la ENIGH. Dicha información junto con el tiempo de uso de aparatos, obtenidos de la Encuesta de Uso y Tiempo (ENUT), del INEGI, y las potencias promedio reportadas por la CFE, se calcularon los indicadores de energía en los hogares. Asimismo se recurrió a información del Balance Nacional de Energía y de las Prospectivas del Sector Energético, elaborados por la SENER, para estimar y precisar el consumo de algunos energéticos. Los indicadores se calcularon para el periodo 2002-2008 de acuerdo con información disponibles de la ENIGH.

A través de estos indicadores de energía será posible diseñar e implementar, con mayor precisión y conocimiento, programas de eficiencia energética en los hogares. De igual forma, se podrá evaluar el impacto que tienen las políticas públicas implementadas por el Gobierno Federal, además de vislumbrar alternativas para mejorar aquellos programas que no muestren los resultados esperados. En México destacan los siguiente programas que pudieran aprovechar esta plataforma de información: Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía “Cambia tu viejo por uno nuevo”, Programa de Luz Sustentable y Programa de Fomento a la Certificación de Productos, Proceso y Servicios.

3.1 Indicadores de energía

Los indicadores propuestos por la AIE que permiten caracterizar y entender la composición del consumo energético se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Indicadores de eficiencia en el sector residencial

Indicador	Descripción	Unidad
Consumo de energía por usos finales	Cantidad de energía consumida por tipo de energético y uso final.	PJ
Consumo de energía eléctrica por aparato	Energía eléctrica consumida por cada tipo de aparato	kWh/unidad
Intensidad energética por vivienda	Energía utilizada por vivienda	GJ/vivienda
Intensidad energética por habitante	Energía consumida en las viviendas por habitante	GJ/habitante
Intensidad energética por m ²	Energía utilizada por metro cuadrado de superficie de viviendas	GJ/m ²
Existencias	Total de aparatos de uso doméstico en las viviendas	Millones de unidades

Difusión	Relación entre el número de unidades de un aparato específico y el número total de viviendas ocupadas	Unidades/viviendas
----------	---	--------------------

El indicador de consumo de energía por usos finales se detalla de acuerdo con el destino del consumo energético. Los usos finales considerados son: calentamiento y enfriamiento del espacio, calentamiento de agua, cocción de alimentos, iluminación y aparatos de uso doméstico. Los últimos incluyen refrigeradores, congeladores, lavatrastes, lavadoras y secadoras de ropa, televisión y entretenimiento, computación y tecnologías de información y comunicación y otros aparatos. Estos indicadores permiten identificar de forma específica a qué actividades dentro de la vivienda se destina la mayor cantidad de energía y, en consecuencia, las áreas de mayor potencial de ahorro dentro de este sector.

Los indicadores de intensidad energética calculados para el sector residencial fueron tres: intensidad energética por vivienda, que proporciona información sobre la cantidad de energía promedio que se utiliza por vivienda; intensidad energética por habitante, que da a conocer la energía promedio destinada al consumo en el sector residencial por cada habitante en el país; y por último, la intensidad energética por tamaño de la superficie de la vivienda (m²), que refleja la relación entre el tamaño de la vivienda y el consumo energético en la misma. La importancia de este tipo de indicadores radica en que permiten obtener una perspectiva inicial de dónde se han dado los cambios en intensidad energética del sector.

A través del indicador de difusión es posible conocer cuáles son los equipos con mayor penetración en las viviendas, lo que permite identificar hacia dónde debería orientarse una política pública de eficiencia energética de alto impacto.

3.1.1 Método de cálculo

Fuentes de información

El consumo final de energía del sector residencial por tipo de energético se obtuvo a través del Balance Nacional de Energía que publica la SENER cada año y que se difunde en el SIE. Sin embargo, se desconoce el detalle sobre el destino final del uso de la energía por aparato dentro de la vivienda.

La asignación de la energía dentro de la residencia depende de la cantidad y tipo de aparatos con los que se cuenta, de sus características, del tiempo total de uso y de la utilización correcta de los equipos. Por ello, el primer paso fue obtener la saturación de equipos en la vivienda a partir de la información proporcionada por la ENIGH que lleva a cabo el INEGI cada dos años⁹⁵. En consecuencia, sólo fue posible estimar los indicadores para los años 2002, 2004, 2006 y 2008, además de 2005, año en el que se realizó la encuesta de manera extraordinaria de forma coordinada con el II Censo de Población y Vivienda 2005.

⁹⁵ Para el cálculo de estos indicadores, se excluyeron los vehículos que posee la vivienda, ya que éstos se contabilizan en el consumo del sector transporte.

Estimación de las variables e indicadores

Para conocer el destino final de la energía consumida en cada vivienda, se separó el cálculo de acuerdo con el tipo de energético. En el caso de la electricidad, gas natural y gas L.P. se tomó como referencia el consumo final del sector de cada uno de estos energéticos y se realizó un análisis de abajo hacia arriba⁹⁶. Para la leña y el queroseno o gasóleo doméstico, asociados en mayor medida con el medio rural, se desagregó el consumo total en cocción de alimento, calentamiento de agua y calentamiento de espacios, de acuerdo con los porcentajes que se presentan en la Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo 2008-2017 y a las participaciones que se derivan de la información de la ENIGH 2008. Por otro lado, se supuso que el total de la energía solar empleada en los hogares, corresponde a calentamiento de agua.

3.1.1.1 Electricidad

El primer paso para calcular el uso de electricidad por destino final en las viviendas consistió en obtener el consumo promedio de energía por aparato, utilizando las potencias promedio proporcionadas por la CFE y por los fabricantes.

Por otro lado, fue necesario conocer el tiempo de uso de los aparatos, ya que esto determina en gran medida la cantidad de energía consumida en el hogar, que además varía de acuerdo con el número de integrantes de la vivienda. La información obtenida a través de la ENUT, realizada en 2002 por el INEGI, permitió determinar el número de horas que los integrantes de cada hogar emplean para realizar sus labores cotidianas. Con ello se calculó el tiempo diario dedicado a las actividades de esparcimiento, que incluyen el uso de la TV, DVD y videocasetera, estéreo y radio, videojuegos y computadora; el tiempo que se destina a la preparación de alimentos utilizando la estufa, licuadora, microondas y tostador, entre otros; y las horas dedicadas a la limpieza y cuidado de ropa con asistencia de la lavadora y la plancha. Para otros equipos, se utilizaron los factores de uso proporcionados por la CFE.

El cálculo se realizó de acuerdo con el número de integrantes del hogar, para lo cual se generaron tres categorías: hasta dos habitantes por vivienda, entre tres y cinco habitantes y de seis o más habitantes. Adicionalmente, se tomaron en cuenta los siguientes supuestos para asignar, con mayor exactitud, el tiempo de uso de cada aparato por vivienda, con base en su existencia y en las características de las viviendas:

- En el caso de los refrigeradores, el tiempo de uso es independiente del número de habitantes; sin embargo, para las viviendas con más de un refrigerador, se consideró que el consumo de los aparatos adicionales es mayor, pues se esperaría que fueran más antiguos y, en consecuencia, más ineficientes.
- Para iluminación, se supuso que a partir de 2004 hubo una penetración del 5% anual de focos fluorescentes, los cuales consumen una cuarta parte de los incandescentes.

⁹⁶ Bottom- up statistical model.

- Para el ventilador se supuso que el tiempo de uso fue sólo de una tercera parte cuando la vivienda contó con aire acondicionado.
- Se tomaron en cuenta las temperaturas mínimas y máximas promedio a nivel nacional⁹⁷ para determinar el uso del aire acondicionado, ventilador y calefacción. Para el aire acondicionado y ventilador, se consideró que se encendían cuando la temperatura máxima mensual excedía los 30°C⁹⁸. En el caso de la calefacción, se supuso que ésta se prendía cuando la temperatura mínima promedio mensual era menor a 10°C⁹⁹.
- Para los aparatos de música se tomó sólo el máximo del consumo de los estéreos, radio grabadoras y radios de la vivienda, ya que se supuso que si uno está encendido, el otro está apagado.
- Por último, para el consumo de DVD-videocasetera también se utilizó el consumo máximo de estos dos aparatos bajo el supuesto anterior.

Con lo anterior, se obtuvo que los refrigeradores, ventiladores, aires acondicionados y calentadores de aire son los aparatos eléctricos de mayor uso promedio al mes en una vivienda. Les siguieron el televisor, que es uno de los aparatos de mayor penetración en el mundo, y los focos para iluminación. Por el contrario, el tiempo de empleo de algunos aparatos de uso específico es más reducido así como su consumo. Tal es el caso de la licuadora y la aspiradora (Tabla 18).

Tabla 18. Horas de uso mensual por aparato

Categoría	Aparato	Hasta 2 habitantes	3 a 5 habitantes	6 ó más
Refrigerador y congelador	Refrigerador ¹⁰⁰	240	240	240
Enfriamiento del espacio o aire acondicionado	Ventilador	240	240	240
	Aire acondicionado	240	240	240
Calentamiento del espacio o calefacción	Sistema de calefacción	90	120	120
	Calentador de aire	240	240	240
Televisión y entretenimiento	TV	180	180	180
	DVD o videocasetera	12	12	12
	Estéreo, radio grabadora y radio	14	41	61
	Videojuegos	60	60	60
Iluminación	Focos	150	150	150
Calentamiento de agua	Calentador de agua	15	30	45
Cocción de alimentos	Estufa	15	30	45
	Microondas	3	5	8
	Horno	5	7.5	15
Computación y tecnologías de información y comunicación	Computadora	2	8	16
	Impresora	12	12	12

⁹⁷ No se utilizaron las temperaturas estatales debido a que la ENIGH no es representativa a nivel estatal y por ello el resultado obtenido de esta manera se elevaba considerablemente.

⁹⁸ Temperatura que suele registrarse entre los meses de junio y julio.

⁹⁹ Hecho que se presenta durante los meses de diciembre y enero.

¹⁰⁰ El tiempo de uso está referido al número efectivo de horas que el refrigerador trabaja. Se supone un factor de uso de 33% de las horas por día, es decir, por cada 5 minutos que el refrigerador está en funcionamiento, permanece apagado durante 10 minutos.

Otros usos	Lavadora	13	27	61
	Plancha	6	12	18
	Aspiradora	1	2	4
	Bomba de agua	5	8	10
	Licuada	2	3	3

Fuente: Cálculos propios con información de la ENUT 2002, INEGI y CFE.

Es relevante añadir que en varias regiones de México, el uso de aire acondicionado aumenta significativamente durante los meses de junio y julio debido a las mayores temperaturas promedio. Lo anterior resulta en un incremento considerable en el consumo de electricidad a nivel nacional.

Por lo tanto, para estimar el consumo de electricidad por vivienda del mes correspondiente al levantamiento de la ENIGH, excluyendo el consumo para calentamiento y enfriamiento del espacio que están determinados por la estacionalidad, se consideró el tiempo de uso promedio de cada aparato, además del número de equipos en la residencia y su potencia.

$$CV_i = \sum_j a_{ji} p_j t_{jik}$$

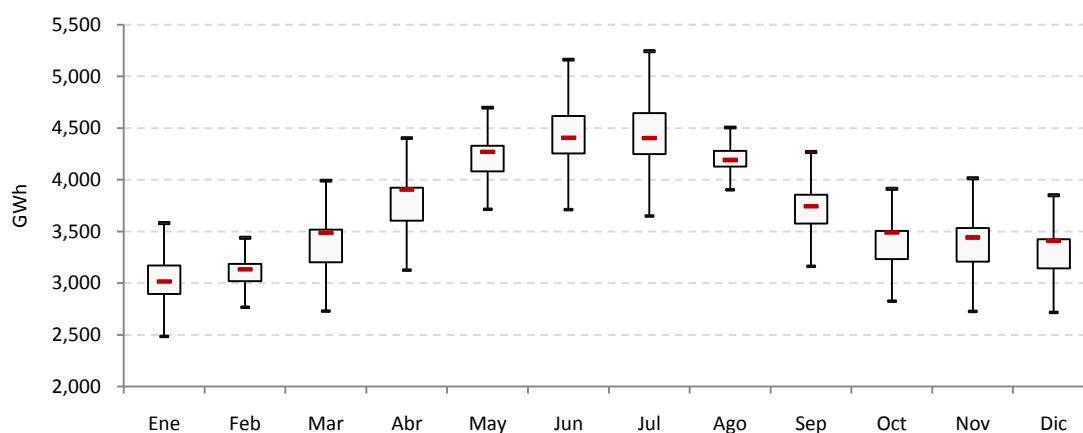
Donde:

$$a_{ji} = \begin{cases} 0 & \text{Si } j = \{\text{ventilador, aire acondicionado, calefacción y calentador de aire}\} \\ \text{número de aparatos} & \text{En otro caso} \\ \text{del tipo } j \text{ en el hogar } i. & \end{cases}$$

p_j es la potencia del aparato j .

t_{jik} es el tiempo mensual de uso del aparato j de acuerdo con la categoría k correspondiente de número de habitantes en el hogar i .

Figura 39. Distribución mensual de las ventas de electricidad en el sector residencial, 2004-2008



Fuente: Cálculos propios con información de SENER.

Adicionalmente, se utilizó la distribución mensual de las ventas totales de energía eléctrica en el sector doméstico para estimar el consumo total anual de electricidad en los hogares. Cabe

mencionar que la electricidad se cobra por bimestre y que existe un desfase de hasta tres meses entre el mes de facturación y el de consumo real. Por esta razón, se aplicó un rezago promedio de dos periodos para obtener el consumo real mensual en el sector residencial (Figura 39).

En consecuencia, para obtener el consumo de cada mes se utilizó el factor estacional calculado a partir de las ventas de electricidad al sector residencial de la CFE. De esta manera, el consumo de electricidad de cada vivienda por cada uno de los meses se obtuvo de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CV_{im} = \left[CV_i + \sum_j a_{ji} p_j t_{jik} I_{jm} \right] fe_m$$

Donde:

CV_i es el consumo de electricidad en el hogar i para un mes determinado, excluyendo el consumo eléctrico de ventiladores, aire acondicionado, calefacción y calentadores de aire, los cuales se obtuvieron con anterioridad.

$$a_{ji} = \begin{cases} \text{número de aparato} & \text{Si } j = \{\text{ventilador, aire acondicionado, calefacción y calentador de aire}\} \\ \text{del tipo } j \text{ en el hogar } i. & \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases}$$

p_j es la potencia del aparato j .

t_{jik} es el tiempo mensual de uso del aparato j de acuerdo con la categoría k correspondiente de número de habitantes en el hogar i .

I_{jm} indica si se enciende o no el aparato j en un mes determinado. Toma los siguientes valores

$$I_{jm} = \begin{cases} 1 & \text{Si } j = \{\text{ventilador, aire acondicionado, calefacción y calentador de aire}\} \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases}$$

fe_m es el factor estacional de consumo correspondiente al mes m .

Finalmente, el consumo final total anual de electricidad se obtuvo a partir de la suma de los consumos mensuales estimados.

Cabe señalar que el consumo total de electricidad estimado fue mayor al consumo final de electricidad en el sector residencial, publicado en el Balance Nacional de Energía de la SENER. Se supuso que esta diferencia, cercana a 11%, se debió a que el segundo está subestimado, debido a que únicamente se tomaron en cuenta las ventas de electricidad, es decir, la electricidad cobrada, y no se consideraron las pérdidas no técnicas¹⁰¹ del sector residencial ni la electricidad generada por una planta particular.

Vale la pena comentar que al incluir las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en la metodología utilizada para estimar el consumo de electricidad total en las viviendas, de cierto modo se está considerando el consumo de energía eléctrica real, ya que se incluye el consumo

¹⁰¹ Corresponden a tomas ilícitas de electricidad, lectura errónea de los medidores y alteración de recibos de cobro.

de las viviendas que no están pagando por el servicio mediante tomas ilícitas, manipulación de medidores y alteración de recibos de cobro. Por lo tanto, la estimación realizada en este estudio no coincide exactamente con la información proporcionada en el Balance Nacional de Energía.

3.1.1.2 Gas L.P. y gas natural

Para estimar el consumo promedio anual de gas L.P. y gas natural, se utilizó un enfoque similar al de la electricidad, tomando en cuenta el número de aparatos electrodomésticos que emplean estos combustibles (estufas de gas, calentadores o boiler de gas y sistemas de calefacción) en cada vivienda de acuerdo con la ENIGH, las potencias promedio proporcionadas por fabricantes y estudios relacionados, y el tiempo promedio de uso de los mismos con base en la ENUT (Tabla 19).

Algunos de los supuestos utilizados fueron:

- Se consideró que en los hogares se cocina diariamente.
- Se utilizaron las potencias promedio de los calentadores de más de 10 litros, y se supuso que los integrantes del hogar se bañan diario.
- Para el caso de la calefacción, se consideró que generalmente las viviendas no cuentan con un aislamiento adecuado, por lo que se requiere más energía para el calentamiento del espacio.

Tabla 19. Consumo promedio anual de aparatos que emplean gas L.P. o gas natural de acuerdo con el número de habitantes en la vivienda¹⁰²

Tipo de aparato	Consumo promedio anual de aparatos de gas L.P. (MJ)			Consumo promedio anual de aparatos de gas natural (MJ)		
	Hasta 2 habitantes	3 a 5 habitantes	6 o más	Hasta 2 habitantes	3 a 5 habitantes	6 o más
Estufa mediana	3,768.1	7,536.2	11,304.4	1,507.2	3,014.5	4,521.7
Horno				753.3	1,130.4	2,260.9
Calentador de agua	14,168.1	28,336.3	42,504.4	6,782.6	13,565.2	20,347.8
Sistema calefacción	20,347.8	27,130.5	27,130.5	13,565.2	18,087.0	18,087.0

Fuente: Cálculos propios con información de fabricantes y estudios relacionados.

Hasta antes del levantamiento de 2008, la ENIGH proporcionaba información sobre consumo de gas, sin diferenciar entre gas L.P. y gas natural. Fue hasta la ENIGH 2008 cuando se incorporó la separación en el consumo de estos combustibles. Por ello, fue necesario estimar la proporción de cada tipo de gas para el periodo 2002-2006 a partir del dato agregado de la ENIGH (aparatos de gas) y del porcentaje de gas natural empleado en el sector residencial, de acuerdo con lo publicado en la Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo 2008-2017 de la SENER y las participaciones obtenidas a partir de la ENIGH 2008.

¹⁰² Estos datos corresponden solamente a hogares que cuentan con los aparatos en mención.

3.1.1.3 Leña y querosenos

Para obtener el consumo de leña y querosenos por uso final, se utilizó la información publicada en el Balance Nacional de Energía bajo el supuesto de que ambos combustibles se destinan a la cocción de alimentos, al calentamiento de agua y a la calefacción de acuerdo con los porcentajes que se obtuvieron a partir de la información de la ENIGH 2008. Cabe resaltar que se utilizó este método debido a que no fue posible desagregar de otra forma los usos finales residenciales para el caso de la leña, ya que los dispositivos tradicionales (fogones de tres piedras) se utilizan para los tres propósitos y muchas veces de manera simultánea.

3.1.1.4 Energía solar

Para asignar el consumo de energía solar en el sector residencial por destino final, se utilizó la información proporcionada por la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) sobre el número de aplicaciones de paneles solares instalados en las viviendas y se consideró que esta energía es empleada para el calentamiento de agua.

3.1.1.5 Superficie de las viviendas

Para obtener el indicador de intensidad energética por metros cuadrados, se utilizó la ENIGH 2008, debido a que en ese año se incorporó por primera vez una pregunta sobre la superficie de cada vivienda dentro de un rango de medidas (Tabla 20). También se utilizó la información de la ENIGH sobre el número de cuartos que existen en la vivienda, incluyendo cocina y baños.

Tabla 20. Distribución de la superficie de las viviendas en 2008

Superficie en m ²	Viviendas	%
< 30	2,299,657	8.6
30 - 45	3,303,732	12.4
46 - 55	2,619,790	9.8
56 - 75	4,648,594	17.4
76 - 100	5,733,264	21.4
> 100	5,857,095	21.9
NS	2,270,462	8.5
Total	26,732,594	100.0

Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH 2008, INEGI.

Para determinar la superficie exacta de cada una de las viviendas, se supuso que un mayor número de cuartos implica una superficie mayor de la vivienda. Con el objetivo de simplificar el análisis, se asignó una superficie puntual para cada vivienda. En el caso de las viviendas dentro del rango de superficie menor a 100 m², se consideró únicamente la distribución por número de cuartos (Tabla 27 del Anexo 2). Para las viviendas clasificadas en el rango de más de 100 m², se tomaron en cuenta el número de cuartos y el decil de ingreso de los hogares. Lo anterior responde al supuesto de que a mayor ingreso, mayor es la superficie de la vivienda (Tabla 28 del Anexo 2).

Finalmente, se multiplicó el número total de viviendas por el área puntual propuesta para estimar la superficie total ocupada por viviendas. En 2008, se obtuvo una superficie de 4,142 millones de m².

Sin embargo, no se debe perder de vista que el dato que indica la superficie de la vivienda sólo se encuentra en la ENIGH 2008. Por lo tanto, para estimar la superficie total de las viviendas para los años anteriores, se consideró la distribución del universo de viviendas en 2008 de acuerdo con su antigüedad, número de cuartos y decil del hogar, y se aplicó dicha distribución al total de viviendas registradas en la ENIGH de años previos. Para obtener el total de superficie de viviendas por año, se realizó el mismo proceso descrito en el párrafo anterior. (Tabla 21).

Tabla 21. Viviendas y superficie total

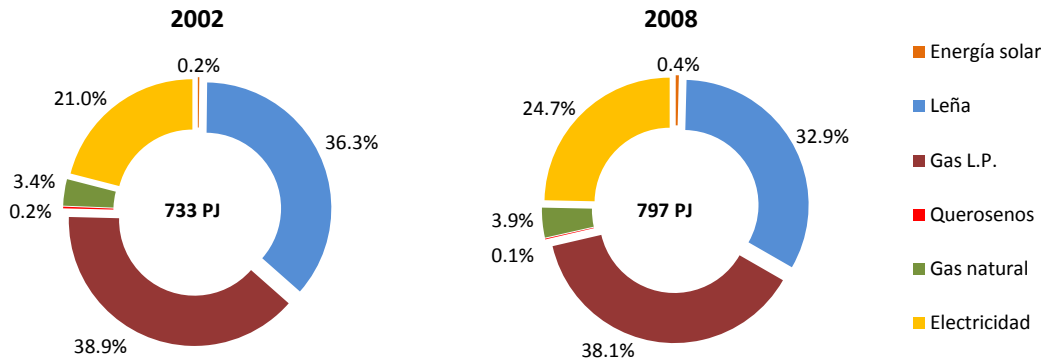
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Miles de viviendas	24,531.6	25,041.2	25,561.4	25,710.3	26,541.3	26,636.8	26,732.6
Superficie en millones de m²	3,698	3,787	3,876	3,964	3,945	4,038	4,142

Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH, INEGI.

3.2 Resultados¹⁰³

En 2008 el sector residencial consumió 796.5 PJ¹⁰⁴ y creció a una tasa promedio anual de 1.4% de 2002 a 2008. El energético más utilizado fue el gas L.P., con una participación de 38.1% en 2008. De 2002 a 2008, el uso de este combustible creció en promedio 1.0% anual. (Figura 40)

Figura 40. Consumo de energía en el sector residencial por combustible



Fuente: Cálculos propios con información del SIE; SENER y la ENIGH, INEGI.

El consumo de leña siguió en importancia, con una aportación de 32.9% al uso total de energía del sector residencial. De 2002 a 2008, el uso de este combustible renovable cayó a una tasa de 0.3% anual. Como se mencionó anteriormente, el consumo de leña está relacionado con el medio rural. Según el *Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024*, existe un creciente uso mixto de gas L.P. y leña en zonas rurales, es decir, familias que acceden al gas L.P. para cocinar pero que continúan utilizando la leña simultáneamente, por razones económicas y culturales. No obstante, de acuerdo con

¹⁰³ Los cálculos presentados se redondearon a un decimal.

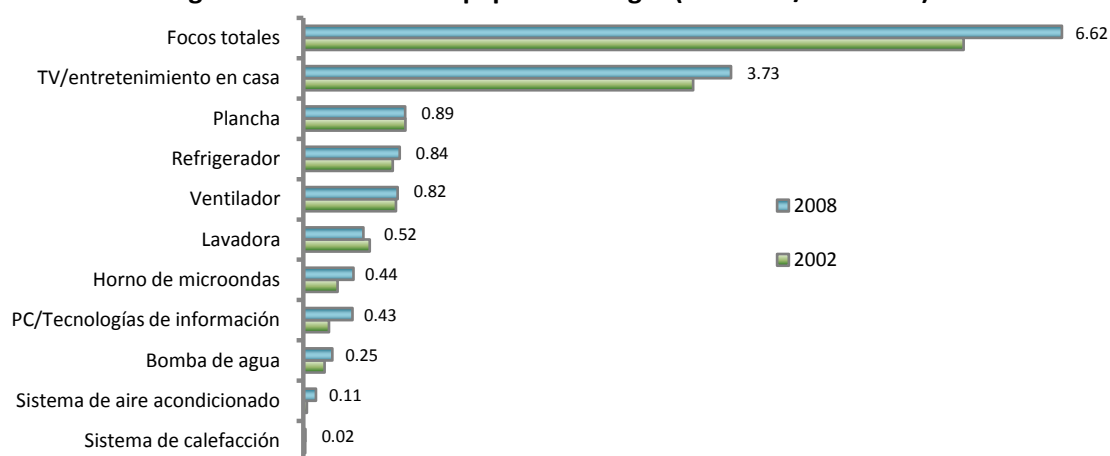
¹⁰⁴ Incluye pérdidas no técnicas de electricidad en el sector residencial.

información de la ENIGH, el número de viviendas rurales disminuyó 0.7% promedio anual de 2002 a 2008. En 2002 los hogares rurales representaban 23.5% del total de hogares, mientras que en 2008 esta cifra fue 20.7%. Esta caída explica, en cierta medida, el menor consumo de leña durante el periodo de observación. La ENIGH 2008 también arrojó que, 12.9% de las viviendas utilizaron la leña como principal combustible para cocinar, 2.1 puntos porcentuales menos que en 2002.

La electricidad fue la tercer fuente de energía en las viviendas, con una participación de 24.7% en 2008. El crecimiento promedio anual de la electricidad consumida fue 4.2% durante el periodo 2002-2008, derivado en parte del incremento en la difusión de los principales aparatos eléctricos que existen en las viviendas (Figura 41). Por ejemplo, el número de focos promedio por hogar aumentó a una tasa promedio de 2.3% anual de 2002 a 2008. En el mismo periodo se observó un aumento de 6.6% en la difusión de hornos de microondas en los hogares mexicanos, mientras que la penetración de computadoras aumentó 11.5% y el número de refrigeradores creció 1.3% en el mismo periodo.

En 2008 un hogar mexicano tuvo en promedio 6.6 focos. Si se considera que en 2008 existían 26.7 millones de viviendas en todo el país, resulta que el número aproximado de focos en el sector residencial fue 177.0 millones. Las viviendas urbanas tuvieron, en promedio, 7.2 focos, mientras que las rurales contaron únicamente con 4.4 focos, es decir, una diferencia de casi tres focos.

Figura 41. Difusión de equipo en el hogar (unidades/viviendas)



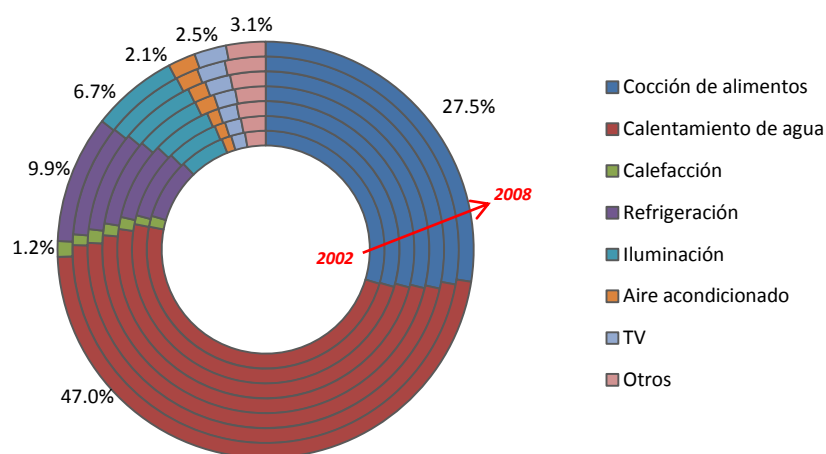
Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH, INEGI.

El gas natural aportó 3.9% de los requerimientos energéticos del sector residencial en 2008 y creció 3.6% promedio anual de 2002 a 2008. En tanto, la energía solar y los querosenos participaron con 0.4% y 0.1%, respectivamente. La ENIGH 2008 arrojó que 0.4% de los hogares utilizaron paneles solares para obtener la electricidad requerida en el hogar.

Al analizar el consumo de energía por usos finales (Figura 42), destacó que durante 2008, 47.0% de la energía empleada en los hogares se destinó al calentamiento de agua, con un aumento de 0.9% en promedio anual de 2002 a 2008. De acuerdo con información de la ENIGH, el porcentaje de hogares con calentadores de agua aumentó de 41.4% en 2002 a 47.2% en 2008, lo que implicó un incremento en la energía empleada para dicho uso.

Para la cocción de alimentos se empleó 27.5% del total de la energía consumida en los hogares en 2008. Por tipo de energético, 77.4% de las viviendas utilizaron gas L.P., 12.9% leña, 6.3% gas natural, 0.6% electricidad y 0.6% otro combustible. Debido a la falta de detalle en este último dato, se supuso que este consumo correspondió a querosenos. De 2002 a 2008 este uso final aumentó 0.1% promedio anual. El incremento marginal puede deberse al cambio en hábitos de consumo y comportamiento de la población. Por ejemplo, el consumo de comidas previamente preparadas ha aumentado y en consecuencia el uso del horno de microondas se ha incrementado, al mismo tiempo que ha disminuido el uso de las estufas. Esto también se relaciona con el crecimiento de la fuerza laboral femenina, debido a que dedican menos tiempo a las labores domésticas. De acuerdo con resultados trimestrales de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI, la tasa de ocupación de mujeres aumentó 3.3% anual entre 2002 y 2008.

Figura 42. Consumo de energía por usos finales



Fuente: Cálculos propios con información de la SENER y la ENIGH, INEGI.

El uso de energía para la refrigeración siguió en importancia, con una participación de 9.9% en 2008. La energía empleada en este uso final aumentó 4.6% promedio anual de 2002 a 2008, derivado del incremento en la saturación del refrigerador. De 2002 a 2008, el número de refrigeradores por hogar aumentó de 0.78 a 0.84 unidades (Figura 41).

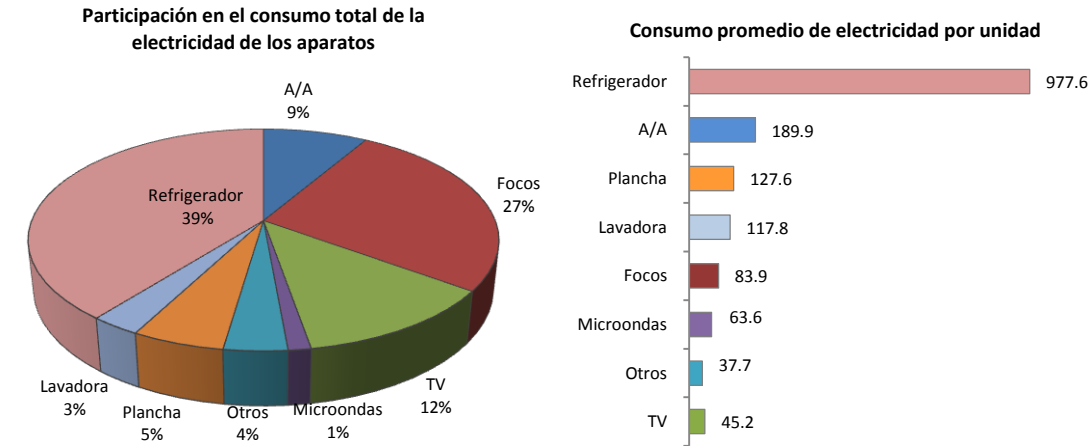
La electricidad destinada para iluminación ocupó 6.7% de la canasta total de combustibles en 2008 y aumentó a una tasa promedio anual de 2.9% entre 2002 y 2008. El número de focos por hogar creció 2.3% promedio anual durante dicho periodo. Lo anterior refleja la necesidad de promover una mayor penetración de focos fluorescentes o ahorradores, ya que éstos consumen tres veces menos que los incandescentes.

Las televisiones y equipo de entretenimiento consumieron 2.5% de la energía total de los hogares en 2008, mostrando un incremento promedio anual de 6.1% de 2002 a 2008. Después de los focos, la penetración de la televisión y los equipos de entretenimiento en los hogares mexicanos siguió en importancia. En 2008 el número de televisiones por hogar fue de 3.7, mientras que en 2002 éste fue de 3.4, lo que implicó un incremento anual de 1.6% durante dicho periodo (Figura 41).

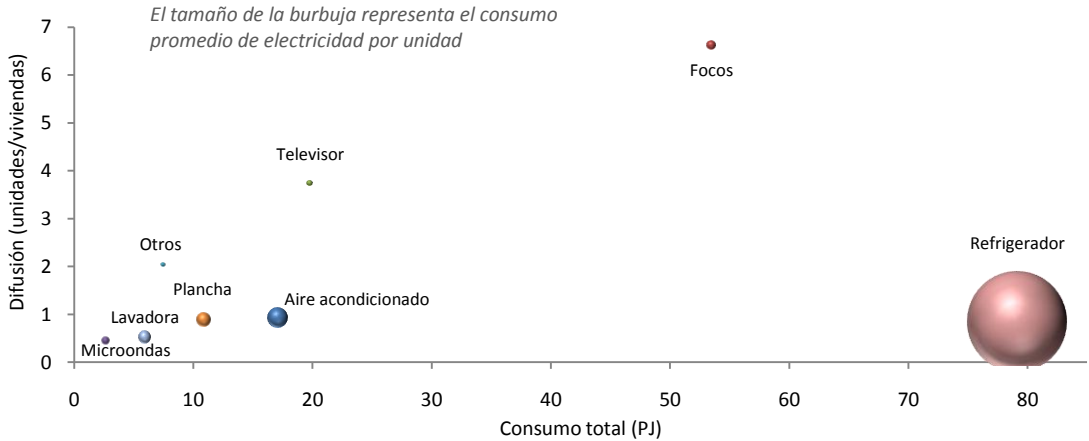
Para el enfriamiento de espacios se destinó 2.1% de la energía utilizada en los hogares en 2008. Este uso final casi duplicó su consumo de 2002 a 2008, derivado, en parte, del incremento promedio de 23.6% en la difusión de los sistemas de enfriamiento y al aumento en la temperatura media a nivel nacional. De acuerdo con información del Servicio Meteorológico Nacional, en 2002 ésta fue 20.9°C, mientras que en 2008 se alcanzaron los 21.4°C.

Al examinar el consumo de electricidad por aparato (Figura 43), se destaca que en 2008 los refrigeradores consumieron 40.3% de la electricidad, los focos emplearon 27.2%, 12.5% las televisiones y equipos de entretenimiento, 8.7% aires acondicionados y ventiladores, 5.6% las planchas, 3.0% las lavadoras, 1.4% los hornos de microondas, 0.4% equipo de cómputo, 0.4% las bombas de agua y 0.5% otros electrodomésticos.

Figura 43. Consumo de electricidad de los aparatos en 2008



Difusión, consumo total y consumo por unidad



Fuente: Cálculos propios con información de la SENER y la ENIGH 2008, INEGI.

Tomando en cuenta tanto el consumo total por aparato como sus existencias, se obtuvo que el consumo promedio por refrigerador fue de 977.6 kWh en 2008, 189.9 kWh por equipo de aire acondicionado y ventilador, 117.8 kWh cada lavadora, 83.9 kWh por foco, 63.6 kWh el horno de microondas y 68.5 kWh la televisión y equipo de entretenimiento. El consumo de energía por refrigerador resultó elevado en comparación con el registro de otros países debido a que

por lo menos la mitad de los refrigeradores en existencia en México tienen más de 10 años de antigüedad¹⁰⁵.

Entre 2002 y 2008, el consumo de energía en el sector residencial creció 1.4% promedio anual. El número de viviendas aumentó a la misma tasa durante este periodo. Con ello el consumo de energía por vivienda tuvo un ligero crecimiento, 0.05% promedio anual en el mismo periodo, al consumir 29.8 GJ por vivienda en 2008 (Figura 44).

El incremento en el número de viviendas está relacionado con el aumento en la demanda por vivienda, derivado de la formación de nuevos hogares por el incremento de la población y la disminución en el número de miembros por hogar. Otros factores incluyen el rezago habitacional (hacinamiento, viviendas mal construidas o construidas con materiales regulares con una duración menor a 30 años), que asciende a poco más de 8.9 millones de viviendas, de los cuales sólo alrededor de 6% pueden acceder a financiamiento; a la movilidad habitacional, que se refiere a los hogares que cuentan con más de una vivienda; y por las personas que han logrado mejorar su perfil crediticio para acceder a créditos hipotecarios¹⁰⁶. Por otro lado, ha aumentado la oferta de viviendas y el acceso a fuentes de financiamiento para su adquisición. De 2003 a 2008 el número de créditos ejercidos por el INFONAVIT aumentó 10.5% promedio anual.

De 2002 a 2008 el consumo de energía por metro cuadrado disminuyó 0.5% promedio anual (0.19 GJ/m² en 2008), derivado del mayor aumento en la superficie de las viviendas respecto al consumo total, que fue de 1.9% anual (Figura 44). Cabe mencionar que la tasa de crecimiento del número de viviendas ha sido mayor que la de los metros cuadrados, como resultado de un mayor crecimiento en el número de viviendas pequeñas con valor de hasta 250 mil pesos mexicanos. Esto se debe, en gran medida, a que la política social ha estado orientada a beneficiar a la población con menos recursos. En este sentido, durante 2008 los créditos que el INFONAVIT otorgó a la población con bajos recursos aumentaron 44%, además de que se otorgaron subsidios y facilidades a este segmento de la población para facilitar la adquisición de vivienda. Por otro lado, la oferta de viviendas de interés social ha aumentado debido a la escasez relativa de suelo¹⁰⁷.

Por otro lado, el consumo de energía por habitante creció 0.5% promedio anual durante el periodo de observación, debido a que el uso de la energía ha crecido de forma más acelerada que la población (0.9% promedio anual). Esto está relacionado con la transición demográfica, la dinámica migratoria y los cambios en la estructura y composición de los hogares. Por ejemplo, la tasa global de fecundidad pasó de 2.8 hijos por mujer en 1990 a 2.1 en 2009¹⁰⁸, mientras que el tamaño de los hogares se redujo en 1.3 integrantes durante el mismo periodo, al registrar un tamaño promedio de 3.9 miembros por hogar en 2009.

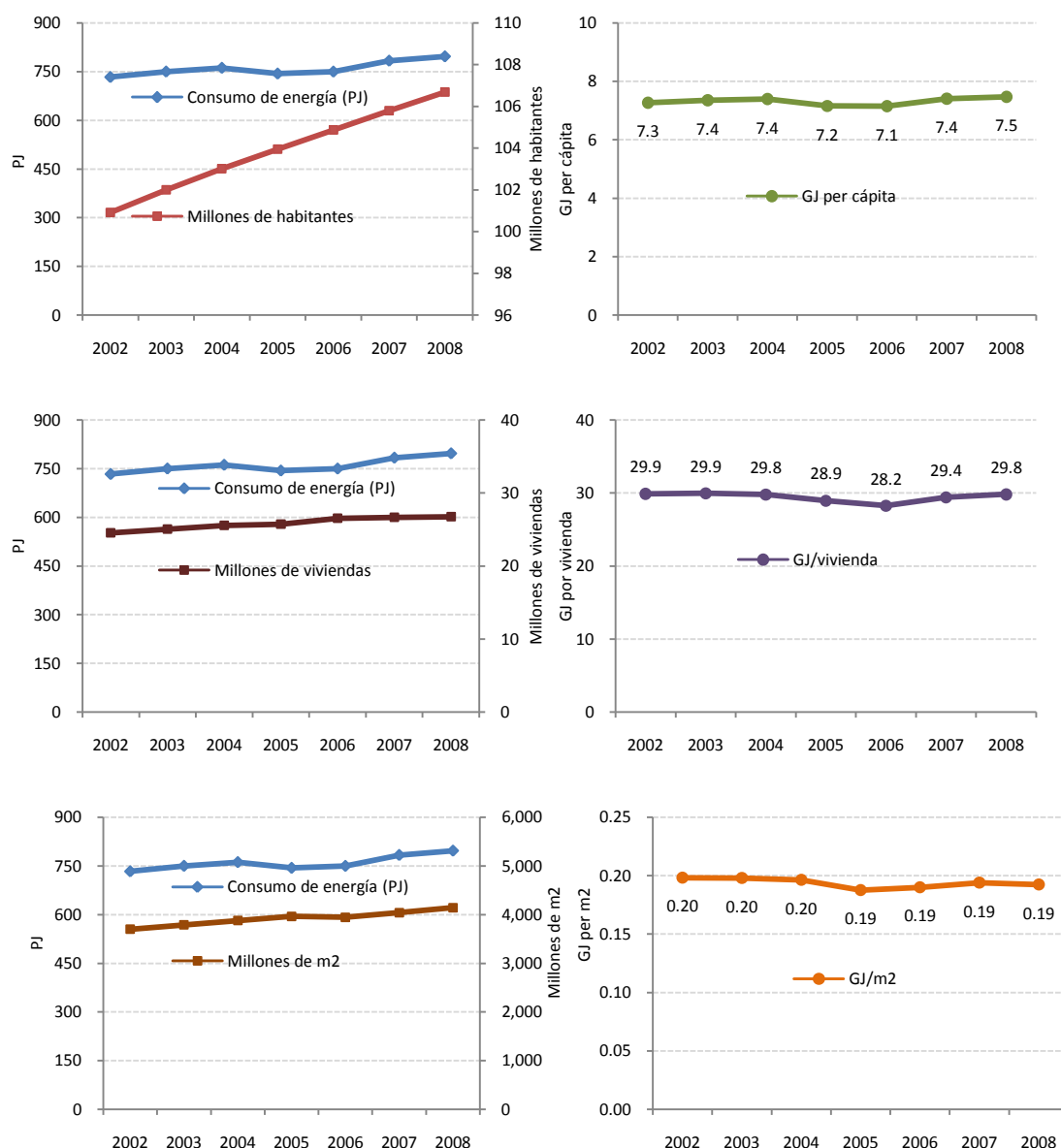
¹⁰⁵ Estimaciones realizadas a partir del Estudios Social de los proyectos de Eficiencia Energética y de Impacto Ambiental de los Proyectos de Eficiencia Energética de la SENER.

¹⁰⁶ Estado actual de la Vivienda en México 2009. Gobierno Federal. Septiembre de 2009.

¹⁰⁷ Situación Inmobiliaria. Enero 2009. Estudios Económicos de Bancomer BBVA.

¹⁰⁸ La situación Demográfica de México 2009. Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Figura 44. Consumo de energía por vivienda, por habitante y por metro cuadrado



Fuente: Cálculos propios con información de la SENER y la ENIGH, INEGI.

3.3 Recomendaciones y conclusiones

- Debido a la falta de información detallada sobre el consumo de energía en el sector residencial mexicano, fue necesario elaborar una serie de supuestos para poder determinar el consumo por usos finales. Si bien es cierto que éstos reflejan buena parte de la realidad, deben ser verificados y pueden ser mejorados con:
 - La incorporación de un modelo de supervivencia para determinar la sustitución de focos incandescentes por fluorescentes, y de refrigeradores.
 - Perfeccionamientos en el cálculo sobre el uso de calefacción y enfriamiento del espacio, sujeto a las temperaturas máximas o mínimas promedio a nivel nacional. Esto se puede realizar considerando las temperaturas específicas de la ubicación de la vivienda.

- Se deben calibrar los parámetros de uso de los aparatos y equipos domésticos considerados en la metodología, para obtener resultados más exactos.
- Es importante ampliar el cálculo de los indicadores por uso final de energía y de intensidad energética para los ámbitos urbano y rural, para poder determinar de forma específica las diferencias entre ellos. Se deben buscar los mecanismos para poder estimar indicadores con el mayor nivel de desagregación posible.
- Se recomienda gestionar la inclusión de preguntas detalladas sobre el consumo energético en el sector residencial en los censos y encuestas de hogares que elabora el INEGI:
 - Para evaluar los resultados del Programa de “Luz Sustentable”, resulta prioritario incluir en la ENIGH la desagregación por tipo de focos (incandescentes o lámparas fluorescentes compactas) con los que cuenta la vivienda.
 - Para poder precisar las estimaciones de consumo de leña en los hogares, sería conveniente incluir una pregunta adicional a la del combustible más utilizado para la cocción de alimentos en la ENIGH, que indicara el método de obtención de la leña, es decir, si ésta fue comprada o recolectada.
 - Sería conveniente que en la ENIGH se ampliara la pregunta sobre la superficie de construcción de las viviendas, permitiendo información puntual y no delimitada en rangos.
 - Se sugiere incorporar preguntas sobre el consumo en unidades energéticas o de volumen, tanto en la ENIGH como en los censos y conteos de población y vivienda. Esto podría ayudar a caracterizar la demanda de energía en los hogares de una manera más precisa.
- Es importante que se de seguimiento estadístico y se evalúen los programas del Gobierno Federal enfocados a mejorar el aprovechamiento de energía en los hogares mexicanos.
- Debido a que el gas L.P. es el energético de mayor uso en las viviendas, es recomendable conocer con mayor precisión sus usos finales. Para ello, el levantamiento de una encuesta específica sería apropiado.
- Para fortalecer el análisis sobre el consumo de energía en hogares y viviendas, se recomienda la elaboración de estudios con grupos de enfoque o entrevistas dirigidas para conocer con mayor detalle los usos finales de energía de este sector.
- Para conocer la dinámica del consumo energético, se sugiere la realización de una encuesta en formato tipo panel dirigida a los hogares.
- Es relevante la cooperación y coordinación entre diferentes actores interesados en estudiar y conocer la dinámica del consumo de energía en hogares y viviendas. Por este motivo, se exhorta a la realización de acuerdos para optimizar la generación de conocimiento y estadística del sector.

- En este trabajo se estimó, con mayor precisión, el consumo de energía en el hogar de aparatos intensivos en su uso, como refrigeradores, lavadoras o calentadores de agua, además de iluminación. Sin embargo, se debe monitorear la penetración de pequeños aparatos o dispositivos que en conjunto, pueden llegar a representar una participación importante del consumo de energía, como por ejemplo, equipo de entretenimiento y microondas.

4. Generación de electricidad

Para los indicadores de generación de electricidad, se dividió al sector en dos categorías: plantas de servicio público y autoproductores. Únicamente se consideró a la generación de electricidad mediante la quema de combustibles.

En México, las plantas de servicio público de energía están representadas por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), que está integrado por los Productores Independientes de Energía (PIE) y hasta el año 2009 por dos compañías de servicio público que generaban, transmitían, distribuían y comercializaban energía eléctrica en México: la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LFC). Sin embargo, en 2009 se dispuso la desaparición de LFC, quedando la CFE como la única entidad responsable de la prestación del servicio público de electricidad en todo el país. Los PIE son titulares de un permiso para generar energía eléctrica destinada exclusivamente para su venta a la CFE.

La conducción, transformación, distribución y abastecimiento de la electricidad corresponde exclusivamente a la Nación¹⁰⁹. La reforma de 1992 a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, estableció seis modalidades de generación eléctrica en las que se permite la participación del sector privado, previa autorización de la Comisión Reguladora de Energía (CRE)¹¹⁰: Estos permisos se distribuyen entre las plantas de servicio público de energía, que incluyen a los PIE, y los autoproductores con las siguientes modalidades:

- Autoabastecimiento: utilización de energía eléctrica para fines de autoconsumo, siempre y cuando dicha energía provenga de plantas destinadas a la satisfacción de las necesidades del conjunto de los copropietarios o socios.
- Cogeneración: producción secuencial de energía eléctrica y/o mecánica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria¹¹¹.
- Pequeña producción: generación de energía eléctrica destinada a la venta a la CFE. La capacidad de estos proyectos no excede los 30 MW. También comprende el autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carecen del servicio de energía eléctrica, en cuyos casos los proyectos no son mayores de 1 MW. Esta modalidad también abarca la exportación, dentro del límite de 30 MW.
- Importación de energía: adquisición de energía eléctrica proveniente de plantas generadoras establecidas en el extranjero mediante actos jurídicos celebrados directamente entre el abastecedor de la electricidad y el consumidor de la misma.
- Exportación de energía: la SENER otorga permisos de generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción.

¹⁰⁹ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 27

¹¹⁰ La CRE es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía que tiene la facultad de otorgar los permisos para las distintas modalidades de participación privada.

¹¹¹ CONUEE: http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/CONA_312_que_es_cogeneracion

La CFE, creada en 1937, cuenta actualmente con 207 plantas generadoras de electricidad¹¹², con una capacidad instalada de más de 51,000 MW, y utiliza una amplia gama de tecnologías para la generación de energía eléctrica. La operación de los PIE comenzó en el año 2000. En 2009 los PIE totalizaron 21 plantas con tecnología de ciclo combinado y con una capacidad instalada que ascendió a 11,456.9 MW. En 2009 participaron con poco más de la tercera parte de la generación total del SEN, al generar 78,131.5 GWh.

En 2009 las centrales del SEN con tecnología de ciclo combinado generaron 48.5% de la electricidad total, resultado, en gran medida, de la aportación de 68.6% de los PIE. Las termoeléctricas convencionales tuvieron una participación de 18.3% en la generación total de electricidad, 11.2% las hidroeléctricas, 12.4% las carboeléctricas¹¹³, 4.5% la generación a partir de fuentes nucleares, 2.9% la generación geotérmica, 2.1% correspondió a turbogás y combustión interna y el 0.1% restante se generó a través de energía eólica.

Respecto a las otras cinco modalidades de participación de actores privados, a partir de 1994¹¹⁴ la CRE comenzó a otorgar permisos para autoabastecimiento de energía eléctrica. Al 2009 se tenían 492 permisos, de los cuales 59 fueron permisos de cogeneración.

En 2009 la generación total de los autoprodutores (usos propios continuos¹¹⁵, autoabastecimiento y cogeneración) sumó 25,900 GWh, 0.3% menos que en 2008. Durante ese año, 36.0% del total de la generación provino de las sociedades de autogeneración, 27.8% de los distintos órganos subsidiarios de PEMEX, 16.5% de la industria manufacturera, 10.5% de las sociedades de cogeneración, 8.7% de la Compañía de Nitrógeno Cantarell y 0.5% de otros sectores.

Del total de la energía consumida por el sector de la transformación, la generación de electricidad participó con 66.6% en 2009, de acuerdo con cifras del Balance Nacional de Energía.

A diferencia de los otros sectores analizados en este estudio, el sector de generación de electricidad contaba con la mejor cobertura de información al inicio del proyecto. La información para las plantas de servicio público y los PIE es recolectada por la SENER, mientras que la información acerca de la generación bruta y cantidad de combustible utilizada por los autoprodutores es recolectada por la CRE. Por lo tanto, el reto en términos de información para este sector consiste en contar con información a un mayor nivel de desagregación para obtener conclusiones más detalladas y focalizadas en términos de difusión de tecnologías e impacto ambiental dentro del sector.

El indicador de eficiencia energética calculado para este sector relaciona la capacidad de generación (GWh) y el consumo de combustible para las plantas de servicio público y los autoprodutores. Se consideraron solamente plantas que queman combustibles para generar

¹¹² Incluye a los PIE y a las plantas de la extinta compañía Luz y Fuerza del Centro.

¹¹³ Incluye dual.

¹¹⁴ Previo a 1994, diversas Secretarías otorgaban los permisos de autoproducción.

¹¹⁵ Permisos otorgados por diversas Secretarías antes de las reformas de 1992.

electricidad, y entre dichos combustibles están los productos petrolíferos, el gas natural, el carbón y sus derivados y combustibles renovables y desechos. Uno de los principales resultados es la sustitución de combustibles fósiles por gas natural para todo el sector.

4.1 Indicadores de energía

Contar con indicadores agregados y confiables del sector de generación de electricidad presenta ciertas dificultades, debido, entre otras razones, a las diferencias en las tecnologías de generación y en los procesos implementados en diversas plantas, y a problemas para identificar la pérdida de calor o fricción, los cuales pueden no verse reflejados en los datos. A pesar de ello, la AIE identificó un indicador de eficiencia energética para la generación de electricidad (Tabla 22) que se deberá utilizar con cierta cautela.

Tabla 22. Indicadores de eficiencia energética de generación de electricidad

Indicador	Descripción	Unidades de medida
Eficiencia térmica de las centrales por tipo de combustible	Cantidad de electricidad generada en relación a la cantidad de combustible empleado en el proceso.	TJ generados/TJ consumido

Para la construcción de estos indicadores es necesario conocer la cantidad de electricidad generada, expresada en GWh, y el combustible utilizado, expresado en TJ, para plantas de servicio público¹¹⁶ y autoproductores, y por tipo de combustible:

- Petróleo y sus productos derivados, como diesel o combustóleo
- Gas natural
- Carbón y productos de carbón
- Combustibles renovables y desechos, como leña o bagazo de caña

Para fines del presente estudio, se considera únicamente la generación de electricidad a partir de la quema de combustibles fósiles. No se incluyen las nucleoelectricas, hidroelectricas, geotermoelectricas y eoloelectricas.¹¹⁷

El conocimiento sobre la eficiencia energética en las centrales eléctricas permite evaluar su potencial de mejora, lo que se puede traducir en menores costos de generación y, al mismo tiempo, en una reducción de las emisiones de GEI.

¹¹⁶ Incluyen PIE.

¹¹⁷ Para las plantas hidroeléctricas, geotermoelectricas y eoloelectricas se considera que transforman 100% la energía cinética en eléctrica.

4.1.1 Método de cálculo

Fuentes de información

La SENER, a través del SIE, concentra la información relativa al consumo de energía y generación de electricidad de las plantas de servicio público. Esta información es proporcionada por la CFE.

La información relativa a la generación bruta y consumo de combustibles de los PIE es recabada por la SENER, a través de informes mensuales de operación proporcionados por ellos mismos.

La CRE recopila información sobre la generación bruta y la cantidad de combustibles empleados por los autoprodutores de energía. Este organismo comparte la información con el IMP, para ser comparada con la de otras fuentes, con el fin de validar y conocer a detalle la generación anual de los autoprodutores, de acuerdo con la rama industrial a la que pertenecen y al tipo de combustible empleado por cada permisionario. A su vez, el IMP entrega esta información a la SENER para la integración de las distintas Prospectivas Energéticas y el Balance Nacional de Energía.

Cálculo de los indicadores

Haciendo uso de la información mencionada arriba, la eficiencia se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$EF = \frac{GEN}{COMB} \times 3.6$$

Donde GEN representa la cantidad de electricidad generada en GWh y COMB la cantidad de combustible utilizada, expresado en TJ. El factor de conversión de GWh a TJ es 3.6.

4.2 Resultados¹¹⁸

Productores públicos de electricidad: Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

En 2009 las termoeléctricas del SEN (incluidos los PIE) generaron 162,112 GWh, con un incremento promedio anual de 2.4% durante el periodo 2000 a 2009. No obstante, el consumo de combustibles¹¹⁹ disminuyó 0.4% anual durante el mismo periodo, derivado de la disminución en el uso de combustóleo y diesel. Lo anterior se tradujo en un aumento de 7.0 puntos porcentuales en la eficiencia de dichas centrales, que en 2009 fue de 42.0%.

La generación bruta de electricidad en las termoeléctricas que utilizan diesel y combustóleo disminuyó 9.0% anual de 2000 a 2009. En tanto, la generación a partir de gas natural

¹¹⁸ Los cálculos presentados se redondearon a un decimal.

¹¹⁹ Incluye combustóleo, diesel y gas natural.

incrementó 14.2% en promedio anual y representó 75.1% de la generación en termoeléctricas en 2009 (Figura 45).

Esto implicó un cambio importante en la composición de la canasta de combustibles empleados en los últimos diez años (Figura 46). En 2000, 71.9% de los energéticos utilizados por las termoeléctricas correspondió a diesel y combustóleo y 28.1% a gas natural, mientras que en 2009 se revirtieron las participaciones de consumo, quedando en 24.9% los derivados del petróleo y 75.1% el gas natural.

En la actualidad, el diesel se emplea principalmente durante las horas de demanda máxima, para abastecer zonas aisladas y cuando existen restricciones en la disponibilidad de gas natural en algunas centrales de ciclo combinado, razón por la cual en los últimos años la generación a partir de este combustible ha disminuido.

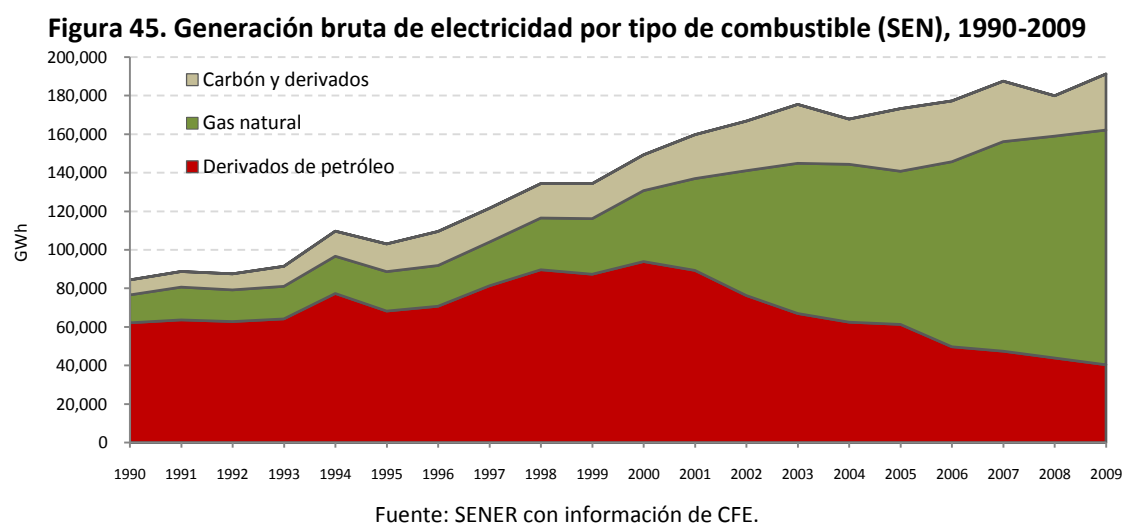


Figura 46. Composición de combustibles empleados para generación de electricidad (SEN), 2000-2009

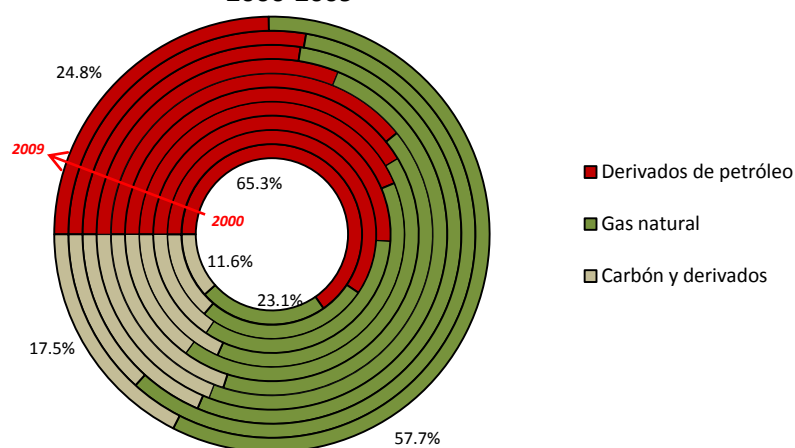
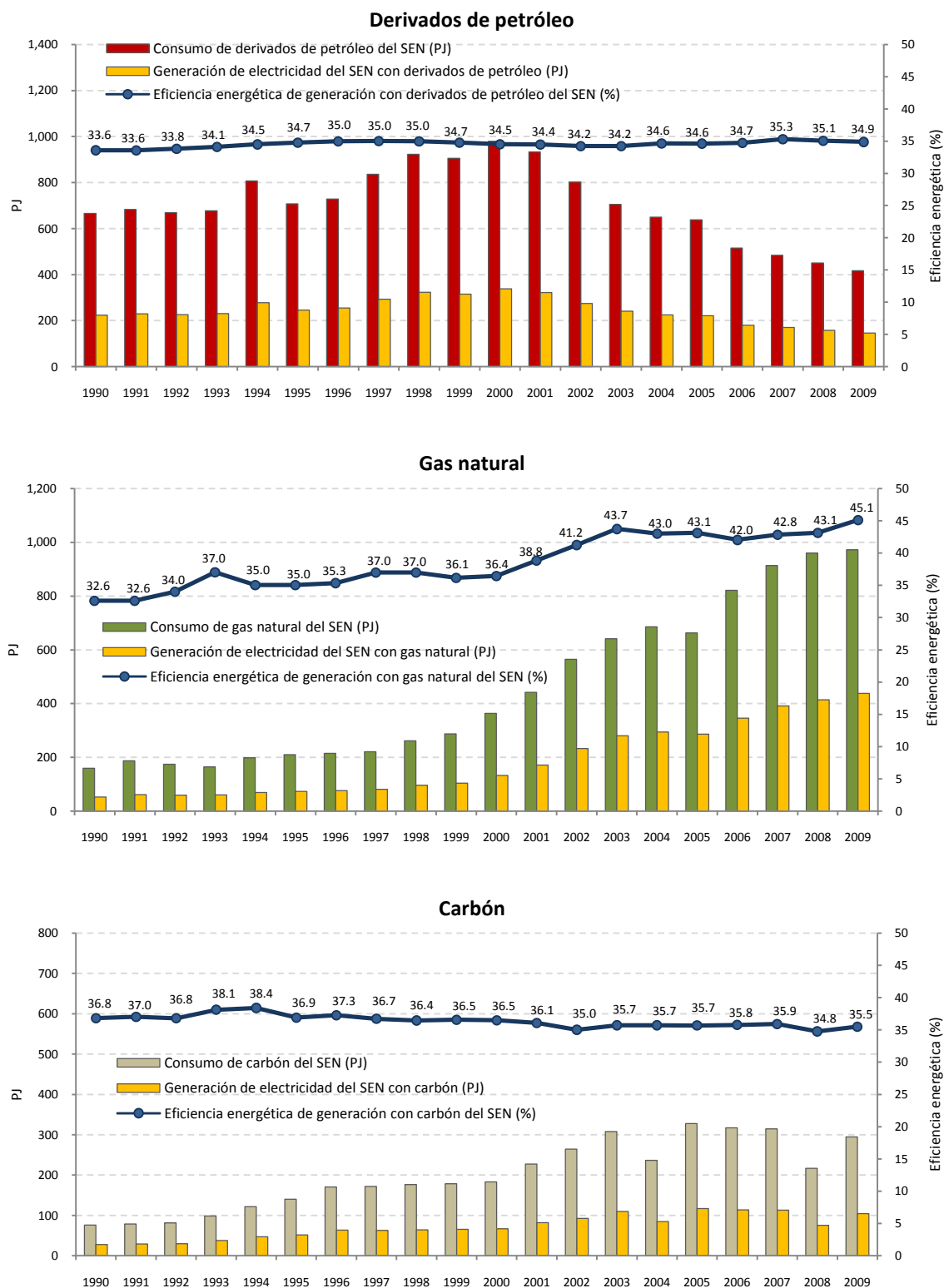


Figura 47. Eficiencia de acuerdo con el combustible utilizado (SEN) 1990-2009,



Fuente: Cálculos propios con información de CFE.

La sustitución de combustóleo y diesel por gas natural, realizada en gran medida debido a las restricciones ecológicas, implicó una reducción en las emisiones de GEI de la industria generadora de electricidad, ya que el gas natural es un combustible relativamente más limpio. Al comparar sus factores de emisión, se observó que el gas natural emite 15.3 toneladas de

Carbono por terajoule (C/TJ), mientras que el combustóleo genera 21.1 toneladas de C/TJ y el diesel 20.2 toneladas de C/TJ¹²⁰.

Por otro lado, el mayor uso de gas natural también impulsó la eficiencia en las termoeléctricas. En 2000 la eficiencia en las centrales que generaron con gas natural fue de 36.4%, mientras que en 2009 alcanzó 45.1%, lo que implicó un aumento de 8.7 puntos porcentuales. Los PIE tuvieron una eficiencia promedio de 48.1% de 2000 a 2009. Si bien, las plantas que utilizan productos derivados del petróleo aumentaron su eficiencia, el incremento fue menor respecto al de la eficiencia en plantas de gas natural, ya que éste mejoró 0.4 puntos porcentuales, al pasar de 34.5% en 2000 a 34.9% en 2009 (Figura 46).

La generación de electricidad en las plantas carboeléctricas aumentó 5.1% en promedio anual de 2000 a 2009, año en que la generación del SEN a partir de este combustible representó 15.2% (Figura 45 y Figura 46). En el periodo de observación, el consumo de carbón para generación incrementó 5.4% anual, lo que implicó una disminución de un punto porcentual en la eficiencia de estas centrales. Mientras que en 2000 su eficiencia fue de 36.5%, en 2009 cayó a 35.5% (Figura 47).

Autoprodutores

En 2009 la generación de los autoprodutores a partir de fuentes combustibles fue 2.2 veces mayor con respecto a 2000. En ese último año se generaron 11,524 GWh, mientras que en 2009 se alcanzaron 25,285 GWh, lo que significó una tasa media de crecimiento anual de 9.1% en dicho periodo. El consumo de combustibles aumentó 6.7% promedio anual, por lo que se observó un progreso en la eficiencia total de 7.2 puntos porcentuales en estas plantas durante el periodo de análisis. En 2009, la eficiencia energética de los autoprodutores fue de 38.6%.

La mayor parte de este crecimiento fue producto del incremento anual de 15.2% en la generación a partir de gas natural durante el periodo de análisis. En 2009 dicha generación participó con 66.2% del total de los autoprodutores (Figura 48). Al igual que en las plantas del SEN, de 2000 a 2009 el gas natural aumentó su participación 25.5 puntos porcentuales en la canasta de combustibles de los autoprodutores, y en 2009 aportó 56.0% del uso total. Este combustible triplicó su consumo en el periodo de análisis, al registrar una tasa de crecimiento media anual de 14.1% (Figura 49). En 2009 su eficiencia alcanzó 45.6%, con un crecimiento de 3.8 puntos porcentuales en relación con el año 2000 (Figura 50).

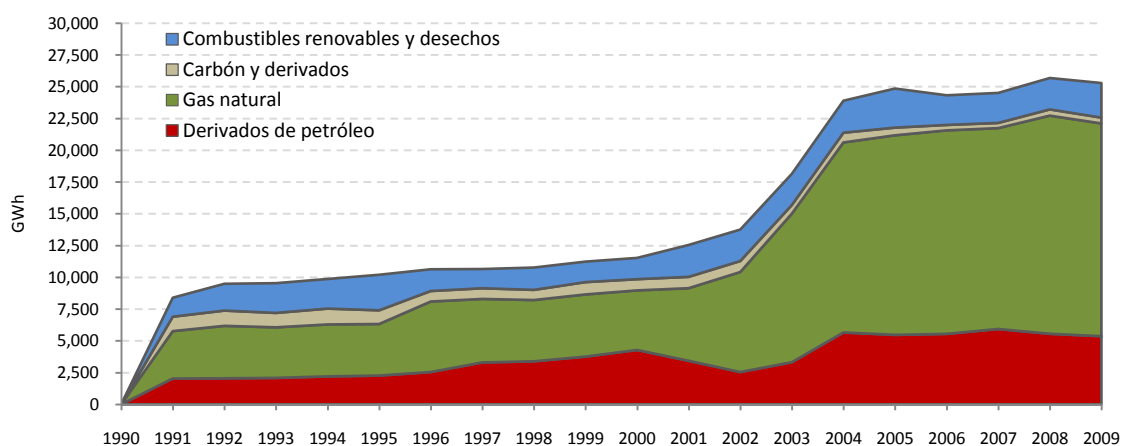
En tanto, la generación de los autoprodutores a partir de productos derivados del petróleo (diesel, combustóleo y coque de petróleo) representó 21.2% del total en 2009 y aumentó a una tasa promedio anual de 2.5% de 2000 a 2009 (Figura 48). Su participación en la composición de combustibles pasó de 33.8% a 22.0% en el mismo periodo (Figura 49). No obstante, el consumo de estos combustibles creció 1.7% durante dicho periodo. Lo anterior, aunado al comportamiento en la generación a partir de productos del petróleo, derivó en un

¹²⁰ CO₂ emissions from fuel combustion, Edición 2009, AIE.

incremento de 2.6 puntos porcentuales en la eficiencia de estas plantas, al registrar un nivel de eficiencia de 37.1% en 2009 (Figura 50).

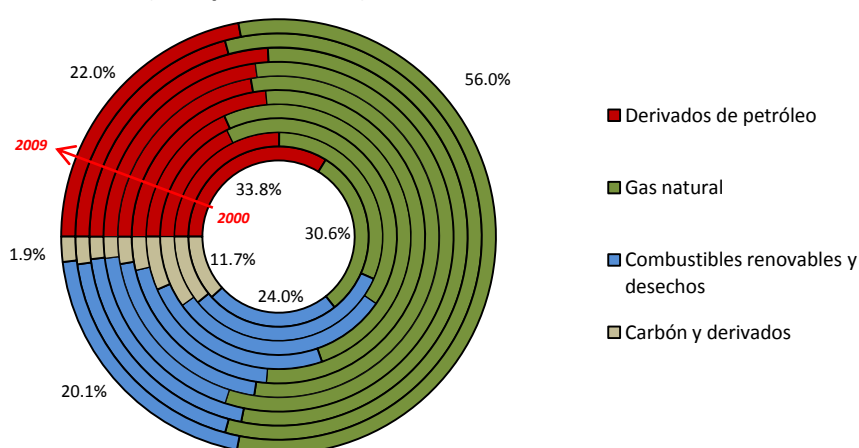
Por otra parte, la generación proveniente del carbón y sus derivados (gas de alto horno y gas de coque) se contrajo 6.9% anual durante el periodo 2000 a 2009 y participó con 1.8% de la generación en este último año (Figura 48). En cuanto al consumo, éste disminuyó 13.0% en el mismo periodo, reduciendo su participación de 7.7% a 1.8% entre 2000 y 2009 (Figura 49). Lo anterior se tradujo en un incremento de 17.2 puntos porcentuales en la eficiencia de estas plantas. En 2009 ésta fue de 37.8%, lo que significó una eficiencia de 0.7 puntos porcentuales mayor a la de las centrales que emplearon petrolíferos y 7.8 puntos porcentuales menor a la de las plantas de gas natural (Figura 50).

Figura 48. Generación bruta de electricidad por tipo de combustible (autoprodutores), 1990-2009



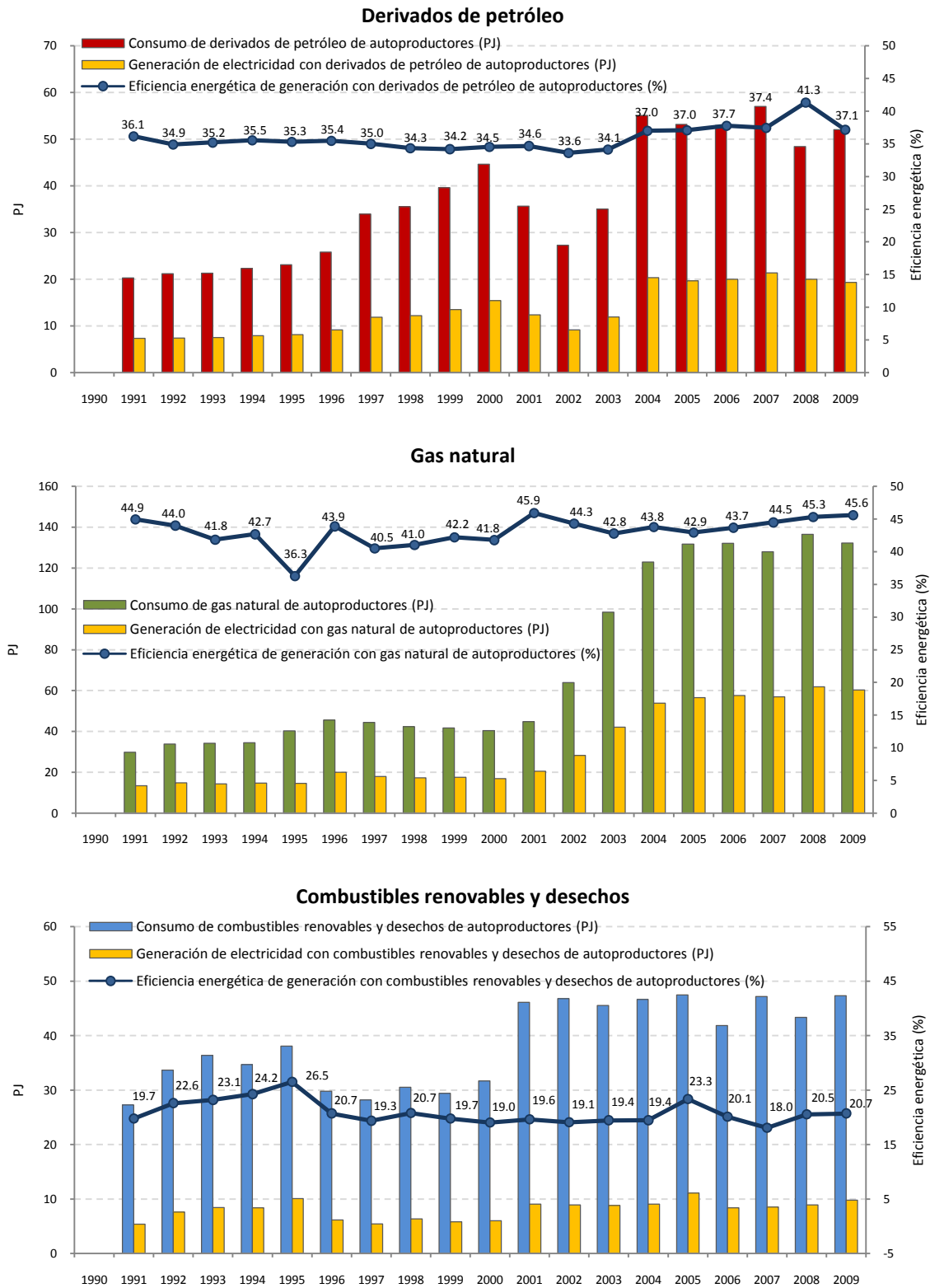
Fuente: SENER con información de CRE e IMP.

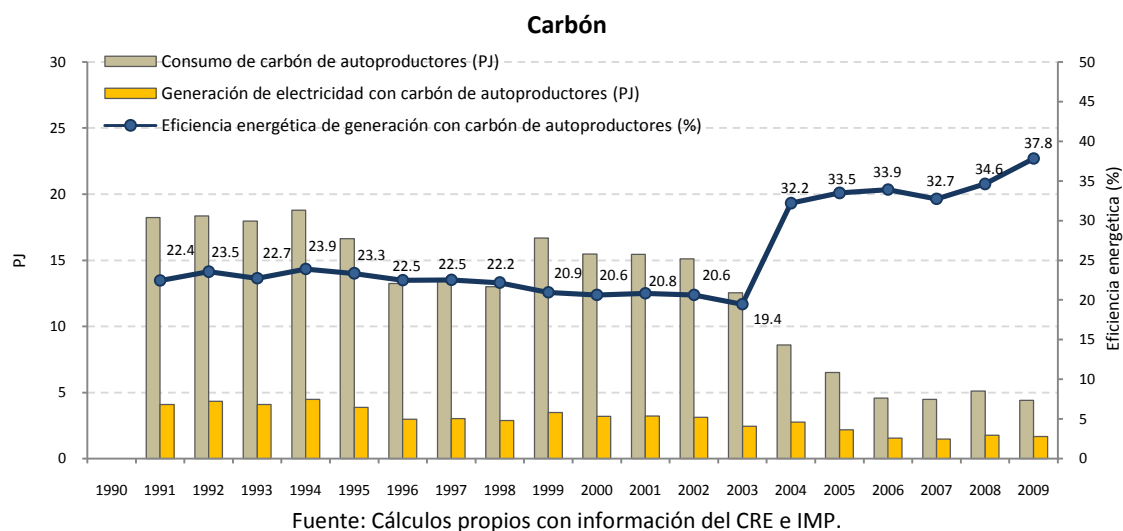
Figura 49. Composición de combustibles empleados para generación de electricidad (autoprodutores), 2000-2009



Fuente: SENER con información de CRE e IMP.

Figura 50. Eficiencia de acuerdo con el combustible utilizado (autoprodutores), 1990-2009





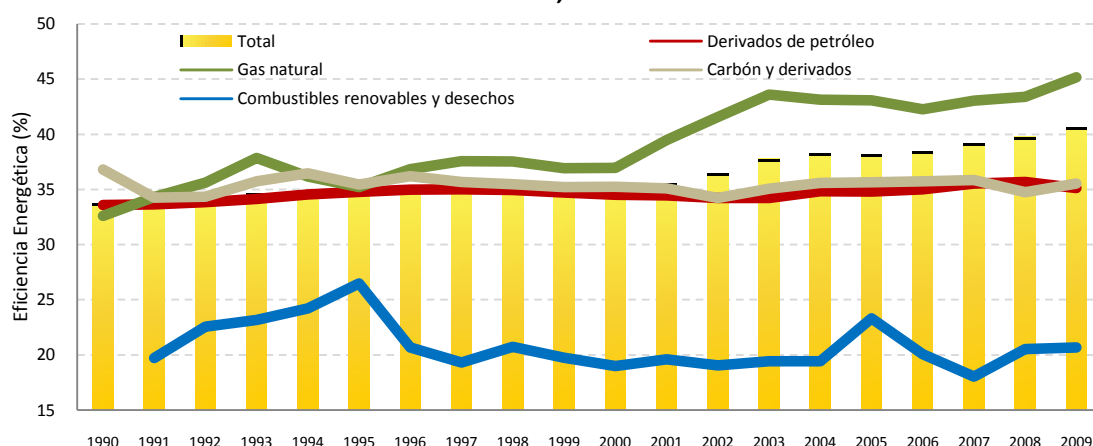
La generación de electricidad proveniente de combustibles renovables y desechos (bagazo de caña, biogás, licor negro y desechos) aumentó 5.5% de 2000 a 2009 (Figura 48). En este último año, su aportación a la generación de fuentes combustibles fue 10.7%. El uso de los combustibles renovables aumentó 4.6% promedio anual durante dicho periodo (Figura 49). La eficiencia en estas centrales pasó de 19.0% en 2000 a 20.7% en 2009. No obstante, en comparación con la eficiencia del resto de las plantas autoprodutoras, ésta fue considerablemente menor (Figura 50). Esto se debe a la elevada cantidad de combustible requerido en este tipo de plantas por unidad de electricidad generada. Es más costoso generar electricidad en las plantas que utilizan desechos y residuos que en las plantas que utilizan carbón y sus productos, derivados del petróleo o gas natural como combustible. Cuando se compara el poder calorífico de la madera y sus desechos con el del diesel, el primero representa 18.8% del calor generado por una unidad de diesel. Por su parte, el calor generado por una unidad de lodo residual representa 28.8% del calor generado por una unidad de antracita, tipo de carbón con el mayor poder calorífico, y 36.6% del calor generado por una unidad de carbón bituminoso¹²¹.

Generación total de electricidad

En términos globales, es decir, considerando tanto a las centrales del SEN como a los autoprodutores, en 2009 se generaron 216,456 GWh a partir de fuentes combustibles. Para lograr dicha generación, se consumieron 1,919,697 TJ de combustibles fósiles y renovables, resultando en una eficiencia global de 40.6%. Como ya se mencionó, el uso creciente de gas natural en los procesos de turbogás y ciclo combinado impulsó, en gran medida, el aumento en 5.7 puntos porcentuales de la eficiencia global de 2000 a 2009 (Figura 51).

¹²¹ Datos del US Energy Information Administration, sobre el contenido calorífico en seleccionados combustibles de biomasa. Los poderes caloríficos promedio del lodo residual y de la madera y sus desechos son 7.512 y 9.961 MBtu/st, respectivamente.

Figura 51. Composición global de combustibles empleados en generación eléctrica y su eficiencia, 1990-2009



Fuente: Cálculos propios con información de SENER, CFE, CRE e IMP.

4.3 Recomendaciones y conclusiones

- En términos generales, el trabajo de recopilación, integración y cálculo de información sobre la generación de electricidad en México es bastante completo, dada la composición del sector, en donde la CFE controla el suministro público de electricidad y la CRE regula el autoabastecimiento. En este sentido, se recomienda aprovechar el potencial estadístico y de generación de conocimiento que se puede derivar de este sector.
- De igual forma, se recomienda calcular y monitorear este tipo de indicadores al mayor nivel de detalle posible, ya sea a nivel regional o estatal, por central o unidad, etc. Esto se debe a que el análisis agregado de la situación del sector proporciona el panorama general; sin embargo, con información detallada se pueden llegar a conclusiones distintas y más focalizadas en torno a los factores específicos que lo integran.
- Adicional a los indicadores de eficiencia energética propuestos por la AIE, se pueden calcular otros indicadores que tomen en cuenta los costos de inversión y operación, las emisiones de GEI, tiempo promedio de construcción, etc.
- Es necesaria la recopilación de datos administrativos sobre la evolución de las medidas de eficiencia energética implementadas, al menos en las plantas del sector público, de tal manera que permita dar seguimiento y evaluar su impacto para una continua planeación.
- Tomando en cuenta la planeación y estrategia del sector energético vigente, los indicadores de eficiencia energética pueden aprovecharse para dar seguimiento a la penetración de las distintas tecnologías. Un ejemplo de ello es lo planteado en la Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024, alineada a la Estrategia Nacional de Energía, en donde se establece como meta para 2024 que 63.0% de la generación corresponda a combustibles fósiles, 14.2% a energías “limpias” y el 22.8% restante de “generación libre”, sin especificar su composición.

- El escenario ideal es generar electricidad con la mayor eficiencia posible y con el menor impacto al medio ambiente. Para ello, se debieran utilizar los resultados que se derivan de este proyecto como una herramienta de apoyo a la planeación y proceso de toma de decisiones para alcanzar y determinar la composición del porcentaje de “generación libre” para 2024, en la cual deberán figurar las tecnologías que han demostrado una capacidad real para generar la energía que México requiere sin emisiones GEI y con mayor eficiencia.

5. Sector servicios y comercio

El sector servicios y comercio está conformado por una serie de actividades heterogéneas que abarcan desde los servicios profesionales, científicos y técnicos, en los que el capital humano constituye el insumo más importante, hasta servicios de información en medios masivos, que dependen en mayor medida de capital físico y tecnológico. Asimismo, están las actividades realizadas por el sector público, los establecimientos comerciales, los servicios relacionados con el esparcimiento y recreación, la prestación de educación, salud y asistencia social, entre otros.

Su aportación a la economía mexicana es muy importante, ya que en 2009 fue el sector con mayor contribución al PIB, con 64.0%¹²², 3.1 puntos porcentuales más que en 2000. En 2009, tuvo una participación de 3.3% en el consumo final total de energía y de 1.8% en la oferta bruta interna de energía a nivel nacional¹²³.

Cabe señalar que durante el periodo de 2000 a 2009, el VA del sector terciario fue el segundo con mayor crecimiento (después del sector agropecuario), al registrar una tasa promedio anual de 1.7%, evidencia de su desarrollo y dinamismo. En 2009 cinco subsectores acumularon poco más de 60.0% del total del VA terciario: 22.4% correspondió al comercio, 16.6% a los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, 10.6% a transporte, correos y almacenamiento, 7.2% a servicios educativos y 7.2% a servicios financieros y de seguros. Estas proporciones no mostraron cambios significativos desde 2000, con excepción de los servicios financieros y de seguros cuya participación en el VA del sector terciario aumentó 2.6 puntos porcentuales de 2000 a 2009.

Por otro lado, la participación del número de empresas y personal ocupado en este sector ha ido en aumento. De acuerdo con información del Censo Económico 2009¹²⁴, en ese año el sector servicios y comercio contó con más de cuatro millones y medio de unidades económicas, 87.8% del total de unidades existentes en el país. Durante el mismo año empleó a 21.5 millones de personas, 77.4% del personal total ocupado.

Sin embargo, empresas y establecimientos pertenecientes a un mismo subsector presentan características y tamaños muy diversos, además de estar integradas por una gama heterogénea de actividades. En consecuencia, la distribución e intensidad de los recursos utilizados, en especial de la energía, pueden variar entre establecimientos de una misma actividad comercial o de servicios. Por ejemplo, los insumos utilizados en un hospital de especialidades médicas van a diferir de forma considerable respecto al de una pequeña clínica o un consultorio. De ahí la dificultad para caracterizar y entender el comportamiento del sector.

Dada la importancia de este sector dentro de la economía nacional, es primordial entender y monitorear su comportamiento respecto al consumo de energía, ya que un análisis oportuno

¹²² Producto interno bruto trimestral, base 2003, INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

¹²³ Balance Nacional de Energía 2009, Secretaría de Energía, México Octubre de 2010.

¹²⁴ Censos Económicos 2009 del INEGI.

sobre éste ayudará a crear un marco regulatorio que impulse el uso racional de la energía. En comparación con los otros sectores analizados en el presente estudio, el sector servicios contó con la menor cantidad de información sobre el consumo de energía por usos finales. El reto de este trabajo consistió en construir un escenario base para la estimación del consumo energético del sector, así como las líneas de acción que son necesarias para mejorar dichas estimaciones. Debido a la variación en el tamaño y características de compañías involucradas en actividades similares dentro del sector y a la ausencia de datos, fue difícil caracterizarlo y por lo tanto entender su comportamiento. Se hace énfasis en la importancia de establecer sinergias y promover la cooperación entre distintas entidades gubernamentales y no-gubernamentales para generar más información y mejorar la calidad de los datos disponibles sobre el consumo de energía por usos finales del sector.

Los indicadores de energía calculados para este sector fueron: consumo de energía por usos finales, intensidad energética por unidad de VA y consumo energético por metro cuadrado. Tres usos finales de energía fueron contemplados para el sector: iluminación, calentamiento y enfriamiento del espacio. El indicador de eficiencia energética y el consumo para iluminación fueron estimados, mientras que los indicadores de consumo para calentamiento y enfriamiento del espacio y el indicador de consumo energético por m² no fueron calculados por falta de información disponible.

La intensidad energética del sector comercial y de servicios disminuyó durante el periodo 2000-2009. La energía eléctrica fue la fuente más importante de energía del sector, 50.5% del total de energía consumida. La iluminación contribuyó con 17.4% al total de energía eléctrica consumida en 2009.

5.1 Indicadores de energía

La AIE propone los indicadores para el sector servicios y comercio presentados en la Tabla 23. La disponibilidad de esta información es la mínima necesaria para comenzar a desarrollar los indicadores de energía.

Tabla 23. Indicadores de energía del sector servicios y comercio

Indicador	Descripción	Unidad
Consumo de energía por usos finales seleccionados	Energía, por tipo de energético, que se destina para los siguientes usos: <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento del espacio • Enfriamiento del espacio • Iluminación • Otros usos 	PJ
Intensidad energética por VA	Energía consumida por unidades de valor agregado	GJ/PIB en dólares constantes PPA GJ/PIB en pesos constantes GJ/PIB en dólares constantes
Consumo de energía por m ²	Energía utilizada por metro cuadrado de superficie de los establecimientos	GJ/m ²

Los indicadores sobre el consumo de energía por usos finales del sector servicios y comercio únicamente se detallan para la iluminación y para el calentamiento y enfriamiento del espacio, debido a que, en términos generales, este sector presenta mayores intensidades en el consumo de energía para estos fines¹²⁵. No obstante, es importante mencionar que dada la heterogeneidad de las actividades y características de los establecimientos de este sector, el consumo de energía por uso final es diverso. Por ejemplo, más energía puede ser requerida para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y refrigeración en los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas que en el transporte y comercio. Otro ejemplo es el de servicios de salud y de asistencia social, en donde el uso más intensivo está asociado con el funcionamiento del equipo médico, entre otros.

El indicador de intensidad energética, ya sea por unidad de VA o por unidad de superficie edificada, mide las necesidades de energía y las tendencias energéticas en los edificios del sector. Al igual que para el indicador de consumo de energía por usos finales, este tipo de medida es compleja ya que depende del subsector del que se trate. Por ejemplo, los establecimientos dedicados a los servicios financieros probablemente son poco intensivos en energía respecto al VA que generan, mientras que las empresas dedicadas a la preparación de alimentos son mucho más intensivas en el uso de combustibles fósiles para generar una unidad de VA.

No obstante, la propuesta de la AIE de elaborar, en primera instancia, estos indicadores con su correspondiente desagregación, responde a la falta de información disponible a nivel mundial sobre el consumo de energía de cada una de las actividades del sector. Por consiguiente, pese a que estos indicadores presentan un panorama general de la forma en que se consume la energía en el sector, sería deseable analizar con mayor detalle los usos más intensivos de energía por cada actividad comercial y de servicios, con el objetivo de lograr el desarrollo de políticas públicas focalizadas entorno a los usos finales de energía. Para ello, es importante impulsar la recolección de datos y generación de información, de tal forma que se logre un análisis de tendencias sobre el consumo de energía en el sector servicios y comercial de México con mayor precisión.

5.1.1 Método de cálculo

Fuentes de información

La fuente oficial de estadísticas de la actividad económica del sector comercial y de servicios es el INEGI, quien recopila información a través de censos y distintas encuestas en establecimientos. No obstante, la información recabada no cuenta con el detalle para poder estimar el uso de energía total por subsector o por uso final.

La información disponible, estimada y faltante, con base en la revisión estadística y el análisis comparativo de ésta se muestra en la Tabla 24.

¹²⁵ Energy Efficiency in the North American existing building stock, AIE 2007

Tabla 24. Información disponible, estimada y faltante para la construcción de los indicadores

Variable o indicador	Información disponible de fuentes directas (revisión de datos)	Información estimada	Información faltante
Consumo de energía por usos finales		- Consumo de energía para <ul style="list-style-type: none"> • Iluminación 	- Consumo de energía para: <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento de espacio • Enfriamiento de espacio
Intensidad energética por VA	- VA en pesos constantes de 2003 - VA en dólar PPA de 2003 - Consumo por tipo de energético del sector comercial y servicios		
Consumo de energía por m ²	- Consumo por tipo de energético del sector comercial y servicios		-Superficie de los establecimientos (m ²)

Para el cálculo de la intensidad energética por valor de la producción se utilizó la misma ecuación presentada en el sector industrial y primario (*para mayor referencia, ver el Capítulo 2. Industria y sector primario*).

Estimación del consumo de electricidad para iluminación

Debido a la falta de información detallada del sector servicios y comercio, se desarrolló una metodología para aproximar el uso de la energía eléctrica destinada a la iluminación, tomando como base la información económica disponible de los censos y encuestas del INEGI y el consumo de energía eléctrica de todo el sector que publica el Balance Nacional de Energía. Cabe señalar que no fue posible estimar el consumo para enfriamiento y calentamiento de espacios por falta de información.

Basándose en información de los Censos Económicos 2004 y 2009 del INEGI¹²⁶, se clasificó a los establecimientos por subsector de acuerdo al SCIAN, y se consideró el número de personas empleadas en cada uno de ellos, bajo el supuesto de que existe una relación directa entre el número de personas y el tamaño de las empresas y, por ende, del consumo de energía para iluminación.

Para la información intra-anual (2005-2008), se utilizaron las tasas de crecimiento anual del índice de personal ocupado de la Encuesta Mensual de Servicios y de la Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales, ambas del INEGI.

Para los establecimientos del Estado que brindan un servicio público de salud y educación¹²⁷ se utilizó información de la Secretaría de Salud y la Secretaría de Educación Pública,

¹²⁶ No se utilizó información de los Censos 2009, debido a que no se contaba con ésta al momento de realizar la estimación.

¹²⁷ Los establecimientos públicos de salud y educación representan la mayor parte del servicio brindado en estos subsectores.

respectivamente. Lo anterior se debió a que los Censos Económicos del INEGI sólo captan información sobre las unidades que generaron alguna utilidad económica.

Sin embargo, no se logró obtener información del personal ocupado del Gobierno Federal o de los gobiernos locales, por lo que no se estimó el consumo de electricidad para iluminación del administración pública.

Para derivar el consumo de electricidad para iluminación, se empleó la norma oficial mexicana que establece las condiciones de iluminación en los centros de trabajo¹²⁸, en la que se determina la relación de flujo luminoso a una superficie por unidad de área, de acuerdo con el área de trabajo y la tarea visual en el mismo.

Debido a que no se conocía la superficie de los establecimientos, se supuso que un empleado requiere de un número específico de metros cuadrados, dependiendo de cada subsector. De esta forma se calculó la iluminación que se requiere bajo la norma mencionada. Asimismo, se supuso que se requiere de un foco con una potencia mayor a 22 watts por cada 2.25 m² para obtener la unidad de área de iluminación por subsector. Se calcularon los niveles mínimos de iluminación, por unidad de área, medidos en lúmenes¹²⁹. Los supuestos sobre los parámetros utilizados para el cálculo dependieron de cada subsector:

- Para las actividades de hotelería y restaurantes se consideró un nivel mínimo de 100 luxes¹³⁰ por unidad de área de trabajo, debido a que son actividades que se realizan, generalmente, en cuartos de almacén, áreas de circulación y pasillos, salas de espera, salas de descanso, entre otros. Estos espacios requieren una iluminación más tenue.
- El resto de los subsectores de servicios están representados, en su mayoría, por trabajos en oficinas. Por este motivo, se les asignó un nivel mínimo de 300 luxes por unidad de área de trabajo, ya que requieren de una mayor iluminación

Posteriormente, se recurrió a otra norma oficial mexicana, que establece la eficiencia energética y los requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas¹³¹, para estimar las potencias activas (watts) de iluminación de cada subsector, considerando la eficacia¹³² promedio de las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas mayores de 22 watts.

Finalmente, se calcularon los GWh consumidos, suponiendo 8,760 horas al año de uso de electricidad para iluminación; es decir, se hizo el supuesto de que las lámparas se utilizan por 24 horas los 365 días del año, con excepción de los servicios educativos, que utilizan las lámparas por 2,832 horas, 12 horas por 236 días en el año.

¹²⁸ NOM-025-STPS-2008.

¹²⁹ El lumen es una unidad de medida del flujo luminoso.

¹³⁰ El lux es una unidad de medida para el nivel de iluminación. Equivale a un lumen por unidad de área (por ejemplo, m² y ft²).

¹³¹ NOM-017-ENER/SCFI-2008

¹³² La eficacia de una luminaria es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

El cálculo del consumo de energía eléctrica del sector comercial y de servicios destinado para la iluminación, sin considerar al servicio público, fue el siguiente:

$$I = \frac{3.6}{10^{12}} \left(\sum_i A_i \times \frac{Lux_i}{P} \times h_i \right)$$

Donde:

I es el consumo de electricidad para la iluminación en PJ.

A_i es la unidad de área de iluminación del subsector i .

Lux_i es el nivel de iluminación, medido en luxes, requeridos para cada subsector i , que toma valores de:

$$Lux_i = \begin{cases} 100 \text{ luxes} & \text{Si } i = \{\text{hotel, restaurante}\} \\ 300 \text{ luxes} & \text{en otro caso} \end{cases}$$

P es la eficacia promedio de las lámparas que se suponen igual a 39.75 lúmenes por watt.

h_i son las horas de uso de la iluminación en cada subsector i por año, que toma valores de:

$$h_i = \begin{cases} 2,832 & \text{Si } i = \{\text{servicios educativos}\} \\ 8,760 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Esta información se estimó para el periodo 2004-2009. Para los años anteriores a 2004, la información no estuvo disponible.

Por último, es importante mencionar que no se reportó el indicador de consumo energético por superficie de construcción (m^2), debido a que no se contó con esta información. Si bien se hizo una aproximación de los m^2 por subsector, esto se realizó bajo supuestos que pueden ser considerados un tanto arbitrarios y únicamente con la intención de estimar el número de lámparas y la iluminación requerida de acuerdo con los estándares oficiales establecidos en México.

5.2 Resultados¹³³

El consumo de energía del sector comercial y de servicios ascendió a 151.6 PJ en 2009. En dicho año, registró una tasa de crecimiento promedio anual de 1.1% respecto a 2000, lo que representó una mejoría en la intensidad energética, toda vez que su crecimiento fue menor al del PIB del sector, que aumentó 1.7% promedio anual en el mismo periodo.

En este sentido, la intensidad energética del sector comercial y de servicios presentó un ligero decrecimiento de 0.6% promedio anual, al pasar de 0.2 MJ por dólar en PPA de 2003 producidos en 2000, a 0.19 en 2009 (Figura 52).

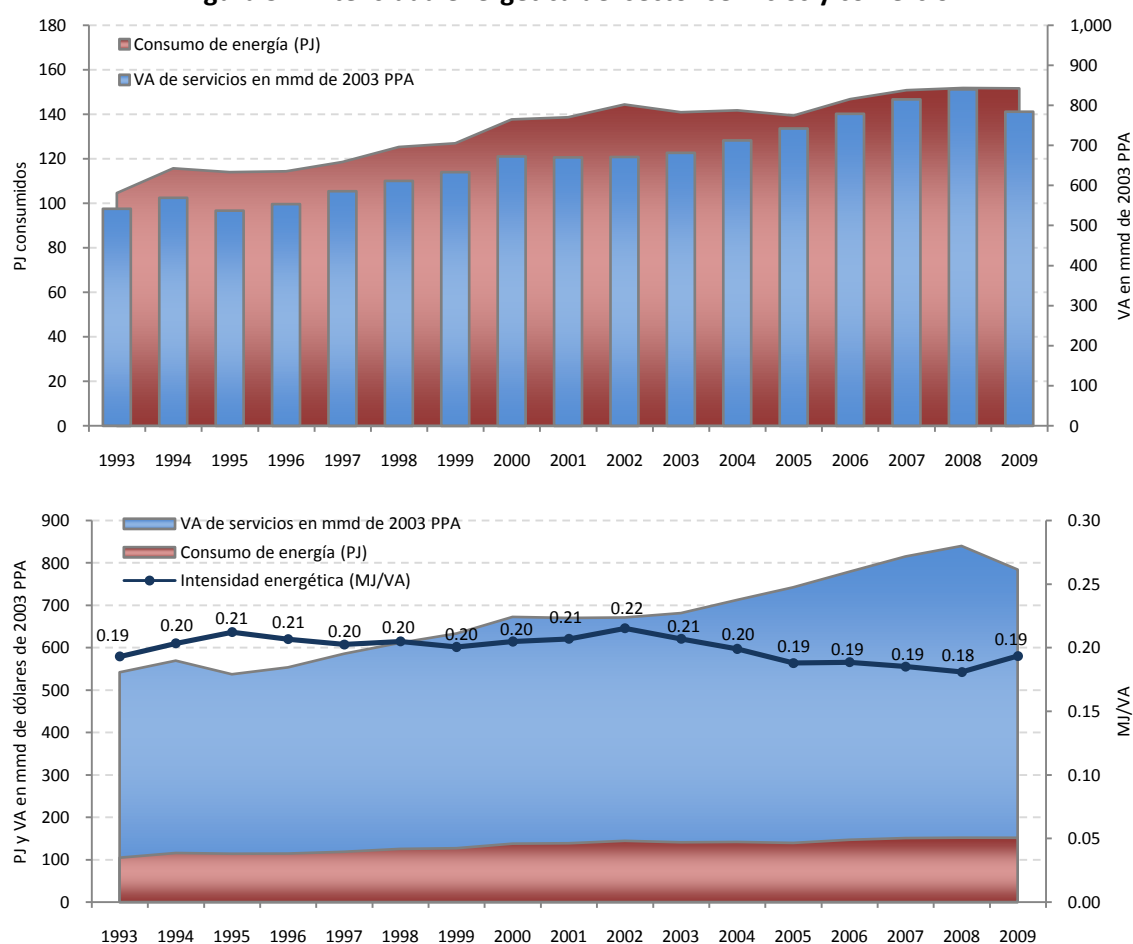
¹³³ Los cálculos presentados se redondearon a un decimal.

La electricidad fue la fuente más importante de energía del sector comercial y de servicios, pues en 2009 representó 50.5% de la energía final consumida, seguido por gas L.P. con 39.8%, gas natural con 5.7%, diesel con 2.2% y energía solar con 1.7% (Figura 52).

Destacó el crecimiento promedio anual de 15.7% en el uso de la energía solar en el sector servicios entre 2000 y 2009, derivado, principalmente, de la instalación de calentadores de agua solares planos para las albercas, hoteles, clubes deportivos y hospitales.

Por su parte, se observó una reducción en el uso de derivados de petróleo de 0.5% en el mismo periodo. En tanto que el uso de gas natural y electricidad creció 2.6% y 2.2% promedio anual en los últimos 9 años, respectivamente (Figura 53).

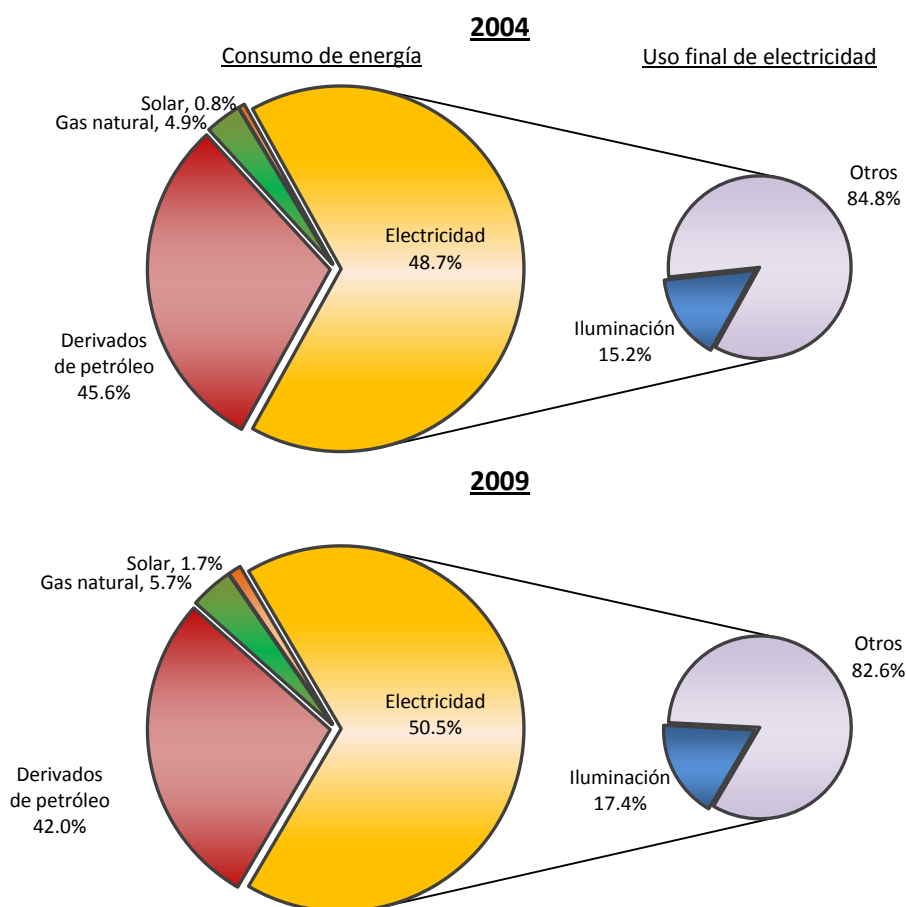
Figura 52. Intensidad energética del sector servicios y comercio



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI y de SENER.

Respecto al consumo de electricidad para iluminación en el sector comercial y servicios, sin considerar a la administración pública, se estimó que éste fue de 13.3 PJ en 2009, lo que representó 17.4% del total de la electricidad consumida en el mismo año. Este consumo registró una tendencia creciente durante el periodo comprendido entre 2004 y 2009, al presentar un incremento promedio anual de 4.8%. Esto se tradujo en un aumento de 2.8 PJ utilizados para la iluminación (Figura 53).

Figura 53. Participación del consumo de energía y del uso final de la electricidad, 2004 y 2009

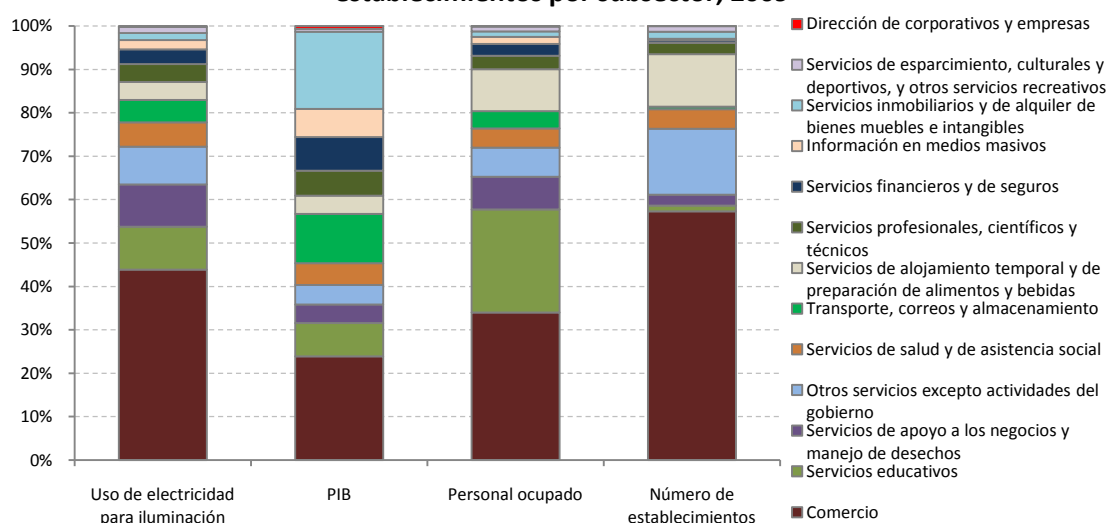


Fuente: Cálculos propios con información del INEGI, SENER, SEP, SSA y normas mexicanas.

Es destacable que en 2009, los subsectores con mayor consumo de electricidad para iluminación fueron las actividades comerciales, servicios educativos, servicios de apoyo a los negocios, otros servicios¹³⁴, servicios de salud y servicios de transporte, correos y almacenamiento, con una participación global de 83.0% del consumo de iluminación total en 2009. Asimismo, estas actividades representaron 56.7% del VA, 81.4% del total de establecimientos del sector y 80.3% del personal ocupado (Figura 54).

¹³⁴ Representados por mantenimiento y reparación, servicios personales, asociaciones y organizaciones, etc.

Figura 54. Composición del uso final de la electricidad, PIB, personal ocupado y número de establecimientos por subsector, 2009



Fuente: Cálculos propios con información del INEGI, SENER, SEP, SSA y normas mexicanas.

5.3 Recomendaciones y conclusiones

- Debido a la falta de datos sobre el consumo de energía por usos finales en el sector comercial y de servicios, es necesario diseñar mecanismos adecuados que permitan la recopilación de información del sector. Una opción viable para mejorar la captación de información son los cuestionarios voluntarios. Actualmente, la SENER lleva a cabo una labor similar con la industria a través de la ECESI. La estrategia consiste en enviar, anualmente, el cuestionario sobre consumo de energía a las cámaras industriales para su llenado. Se podría aprovechar esta herramienta, con sus respectivas adecuaciones, para ser aplicada al sector comercial y de servicios.
- Es importante mejorar las estimaciones sobre el consumo de electricidad para iluminación en el sector comercial y de servicios realizadas en el presente estudio. Debido a la falta de información, algunos supuestos y parámetros resultaron un tanto arbitrarios. Asimismo, se debe incorporar el consumo en iluminación del sector público, pues resulta de gran relevancia, considerando que existe un gran número de edificaciones pertenecientes a este rubro. Ambas medidas permitirán mejorar la estimación en cálculos futuros.
- Al igual que en el sector industrial, se debe gestionar la inclusión de preguntas sobre el consumo energético en ciertas encuestas y censos del INEGI. Con relación a ello, el Censo Económico 2009 incorporó preguntas relacionadas con el uso de la energía medida en unidades de volumen o energéticas. No obstante, dicha información no se aprovechó, debido a que los resultados no se habían publicado al término del presente estudio. Cabe mencionar que se deberá analizar la consistencia de estos resultados antes de poderlos explotar, dado que se identificaron algunos errores en las unidades de medida establecidas en los cuestionarios.

- De acuerdo con la LASE, a partir de 2011 los grandes consumidores de energía estarán obligados a reportar su consumo energético a CONUEE. Esta información permitirá mejorar el cálculo de indicadores de eficiencia energética. No obstante, dado que dichos reportes no abarcarán a la totalidad de los establecimientos, al no considerar a las pequeñas empresas, será importante definir una metodología para obtener el consumo energético total del sector.
- En 2010 la CONUEE publicó el Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal. Bajo el mismo, se utilizaran herramientas de operación, control y seguimiento a la ejecución de buenas prácticas e innovación tecnológica. Se espera que éste sea un mecanismo útil para construir un panorama sobre la manera en que se consume la energía en el sector público federal.
- Se debe enfatizar la importancia de regularizar los contratos eléctricos. Éstos se deben revisar y corregir a fin de que se asignen correctamente al sector respectivo. Como se menciona en el artículo de Odón de Buen¹³⁵, muchos de los grandes establecimientos de este sector están incorrectamente asignados a tarifas de la industria.
- El proyecto de la CFE de clasificación SCIAN de los usuarios de energía eléctrica permitirá la mejor determinación del consumo de electricidad de este sector.
- Se debe gestionar con la CRE la recopilación de información sobre el consumo de energéticos para el autoabastecimiento y la cogeneración en este sector.

¹³⁵ La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales.

Comentarios finales

Este estudio aborda el tema de eficiencia energética visto desde la perspectiva estadística. Presenta el cálculo de diversos indicadores seleccionados con base en las recomendaciones de la AIE de acuerdo con las particularidades de cada uno de los sectores analizados. Estos indicadores representan un punto de partida que permite caracterizar la demanda de energía por usos finales, analizar la dinámica del consumo de energía por sector y realizar comparativos entre países. Por otro lado, la información requerida para su cálculo es relativamente accesible, lo que responde a la conveniencia de su construcción.

Previo al cálculo de estos indicadores, fue necesario realizar una búsqueda exhaustiva en diversas fuentes de información documental y estadística para determinar con qué datos se contaba. Partiendo del análisis de la información disponible, se eligieron las estrategias y metodologías de cálculo más apropiadas para cubrir la información faltante, considerando sus ventajas y desventajas. Cabe mencionar que los métodos empleados también estuvieron determinados por el contexto y funcionamiento de cada sector, por lo que no existió un procedimiento único para el cálculo de los indicadores.

Posteriormente, se evaluó la consistencia de la información obtenida a través de las estrategias y metodologías aplicadas y se comparó con otros indicadores y estadísticas. Asimismo, se analizaron los resultados de los indicadores y se derivaron conclusiones relevantes sobre la evolución de la eficiencia energética por sector. Por último, se realizaron recomendaciones específicas en materia estadística para cada uno de los sectores.

No obstante, la labor no termina aquí. En primer lugar, es necesario darle continuidad al cálculo anual de estos indicadores de eficiencia energética para evaluar los progresos y fallas, de tal manera que se posicionen como una herramienta útil y oportuna para la toma de decisiones. En segundo lugar, es posible mejorar los resultados obtenidos en este estudio incluyendo indicadores con enfoques distintos y más detallados. Además, es indispensable construir indicadores específicos para el monitoreo y evaluación de las medidas y políticas públicas de eficiencia energética implementadas en México.

En la misma línea, sería favorable consolidar la labor que se ha realizado en el sector transporte dando continuidad a la Encuesta sobre el consumo de combustibles en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad. Además, es importante darle prioridad a la recopilación de información y generación de conocimiento del sector comercial y servicios, debido a que no fue posible estimar los indicadores correspondientes, dada la falta de información.

Por otro lado, se debe mejorar la calidad de las estimaciones de algunos indicadores. En este sentido, es importante garantizar la robustez, integridad, consistencia, precisión y oportunidad en los cálculos.

Actualmente, existe un cierto grado de imprecisión en la clasificación de los usuarios finales de energía eléctrica por sector tarifario. En consecuencia, para mejorar los cálculos y determinar

el consumo real de electricidad por sector, es importante que la CFE finalice la clasificación SCIAN de sus usuarios no residenciales.

Es recomendable calcular y monitorear algunos de los indicadores analizados a lo largo del estudio y mejorar la información para obtener mayor detalle a nivel local. Lo anterior con el objetivo de lograr un panorama desagregado para focalizar las políticas públicas adecuadas a las necesidades locales.

Los indicadores de energía y eficiencia energética se deben posicionar entre las dependencias, organismos privados e instituciones académicas para ser utilizados en el proceso de toma de decisiones. Para ello, es importante fortalecer la cooperación entre los distintos actores vinculados con temas de eficiencia energética. Esto incluye afianzar la colaboración entre las diferentes dependencias e instituciones de gobierno, con el fin de garantizar la recopilación de información, generación de estadísticas y construcción de indicadores útiles para la toma de decisiones informadas. Los Comités Técnicos Especializados del INEGI, establecidos dentro del marco del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, representan un medio apropiado para lograrlo.

Asimismo, es recomendable aprovechar la estructura y plataforma que tienen otras dependencias o instituciones de gobierno, en materia de generación estadística, para la inclusión de módulos vinculados al tema energético en diferentes encuestas y censos ya existentes.

Por último, es relevante promover y estimular la participación de los agentes económicos para que monitoreen y evalúen tanto su consumo como las medidas de ahorro relacionadas con sus procesos productivos o actividades; con ello, se puede lograr una participación activa y mayor comprensión sobre el uso eficiente de la energía.

En conclusión, el seguimiento de estos indicadores, en conjunto con la generación de información más detallada, permitirá conocer con mayor precisión los factores que determinan la evolución del consumo de energía en México. De esta forma, se podrán desarrollar mejores políticas y programas públicos y evaluar las acciones realizadas en esta materia. Más aún, permitirán el entendimiento detallado del nivel de penetración y del éxito de las políticas públicas implementadas y de las necesidades de adecuación de las mismas en caso necesario.

Anexo 1. Fuentes de información

Fuentes de información de actividades energéticas

Secretaría de Energía

➤ Estrategia Nacional de Energía

La Estrategia Nacional de Energía es un documento rector para la planeación del sector energético mexicano, que tiene como base la visión del sector a 2024 y está conformado por tres Ejes Rectores: Seguridad Energética, Eficiencia Económica y Productiva y Sustentabilidad Ambiental. Adicionalmente, establece cinco elementos transversales facilitadores de la implementación de la estrategia que son el fortalecimiento institucional, contenido nacional, acceso a recursos financieros, esquemas de colaboración internacional y aplicación de programas de difusión. Tiene entre sus propósitos servir de guía para realizar la transición energética que requiere el país.

Por este motivo, la Estrategia Nacional de Energía fue una de las principales fuentes de información documental que permitieron analizar y entender aspectos del sector energético en México.

➤ Prospectivas del Sector Energético

La Secretaría de Energía elabora anualmente cinco documentos prospectivos del sector:

- Prospectiva del Mercado de Gas Natural
- Prospectivas del Mercado de Gas Licuado de Petróleo
- Prospectivas del Sector Eléctrico
- Prospectivas del Petróleo Crudo
- Prospectivas de Petrolíferos

Estos documentos contienen la información más actualizada acerca de la evolución histórica, así como las expectativas de crecimiento del mercado interno de cada uno de los productos referidos, y su papel en el contexto internacional.

De esta forma, estos documentos fueron referencias documentales útiles para poder caracterizar y entender el desarrollo del sector y derivar conclusiones o supuestos lógicos para la construcción de indicadores de eficiencia energética.

➤ Balance Nacional de Energía

El Balance Nacional de Energía integra, anualmente, información relativa a la oferta y demanda de energía primaria y secundaria a nivel nacional. Este documento permite visualizar los productos energéticos que se producen, importan y exportan, la manera en que se transforma la energía, y los consumidores principales de energía por tipo de producto energético.

En este sentido, el Balance Nacional de Energía representó la principal fuente de información sobre el consumo de energía agregado para los grandes sectores intensivos en energía

(transportes, industria, residencial, servicios y generación de electricidad). No obstante, es importante mencionar que la información proporcionada a través de este documento carece del nivel de detalle requerido para la construcción de los indicadores de eficiencia energética.

➤ **Sistema de Información Energética (SIE)**

El SIE es un sistema de información compuesto por una base de datos que concentra las estadísticas de los distintos integrantes del sector energético. Esta base de datos es alimentada por las entidades, comisiones e institutos que conforman el sector energético: SENER, PEMEX, Comisión Federal de Electricidad (CFE), Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Comisión Reguladora de Energía (CRE), entre otros.

Entre la información contenida en el SIE se encuentran las cifras del Balance Nacional de Energía, prospectivas del sector y el anuario estadístico de la industria petroquímica elaborados por la SENER; capacidad efectiva, generación bruta y neta, líneas de transmisión, etc. informado por la CFE; reservas, producción, valor y volumen de ventas internas de petrolíferos y petroquímicos reportado por PEMEX, entre otros.

Uno de los objetivos del SIE es sistematizar los flujos de información de las entidades del sector hacia la SENER, además de la divulgación de información a nivel interno y externo. Lo anterior permitió obtener las series históricas sobre el sector energético a través de este sistema.

➤ **Encuesta de Consumo de Energía del Sector Industrial**

Para conocer el consumo anual de energía por rama la SENER recopila, desde 2003, información de las industrias más intensivas en el consumo de energía a través de la Encuesta de Consumo de Energía del Sector Industrial (ECESI).

La SENER envía la ECESI a las cámaras industriales en formato electrónico en Excel para que a su vez sea repartida entre las empresas afiliadas. El punto de observación puede ser el establecimiento, la empresa o la industria en su totalidad, según la disponibilidad de información de las cámaras, así como de su conveniencia para la publicación de la misma. Se otorga esta flexibilidad para facilitar el llenado de la encuesta y obtener mayor porcentaje de respuesta por parte de la industria en México.

Esta información se solicitó con corte anual para el periodo 2000-2009, haciendo énfasis en las cifras de los últimos dos años.

En consecuencia, la SENER se ha concentrado en fortalecer la colaboración con las cámaras de las industrias intensivas en energía, buscando promover su cooperación para poder ampliar el nivel de respuesta de las empresas e industrias para expandir la representatividad de la muestra y mejorar la calidad de la información entregada.

➤ **Formato de captura de información del sector ferroviario y eléctrico**

Para la recolección de información sobre el consumo de energía y estadísticas de tráfico del sistema ferroviario y eléctrico, la SENER envía un formato a la SCT y a las Secretarías de

Transporte de las ciudades que cuentan con transporte público eléctrico (Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey), en donde se solicita el llenado de variables e indicadores operativos de cada sistema de transportación.

➤ **Encuesta sobre el consumo de combustibles en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad**

Para el subsector autotransporte, la SENER, en colaboración con la AIE y el Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética CONACYT-SENER, realizó el levantamiento de una encuesta para recopilar información detallada que permitiera la construcción de estadísticas del sector. La encuesta estuvo dirigida a los conductores de los vehículos en una muestra representativa de las estaciones de gasolina y diesel y de gas L.P. en México.

La encuesta se diseñó con el objetivo de conocer el detalle del consumo de combustibles del autotransporte de carga y pasajeros por modalidad, así como los hábitos de traslado de la población y mercancía a nivel regional y nacional. La decisión de levantar una encuesta sobre el consumo de combustible en el sector autotransporte respondió a la falta de estadísticas existentes del sector y a la carencia del detalle necesario para la construcción de los indicadores de eficiencia energética. Asimismo, se contempló la necesidad de contar con mayor información que permitiera la caracterización del sector, así como un mayor entendimiento y comprensión de los hábitos y tendencias de consumo de los vehículos de autotransporte en el país.

Comisión Federal de Electricidad (CFE)

La CFE proporciona información sobre el consumo de energía eléctrica de los grandes sectores de la economía: industrial, servicios, transportes y residencial; adicionalmente, proporciona datos sobre las potencias promedio de los electrodomésticos y aparatos residenciales en México.

Dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico de la CFE (POISE) se presenta, en detalle, información sobre la infraestructura de generación y transmisión del Sistema Eléctrico Nacional. De igual manera, se plantea la inversión necesaria para la construcción de nuevas plantas generadoras, líneas de transmisión y distribución de electricidad, así como su mantenimiento.

Cabe mencionar que desde 2009, la CFE tiene el compromiso de generar información sobre el consumo de electricidad desagregada para los sectores del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN – *ver en Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI*). No obstante, hasta mediados de 2010, la CFE aún se encontraba en proceso de concluir dicho proyecto.

Comisión Reguladora de Energía (CRE)

La CRE integra, en una base de datos, información por permisionario relativa a la modalidad, fecha de otorgamiento de permiso, número de permiso, capacidad autorizada (MW), energía

autorizada (GWh/año), inversión (miles de dólares), fecha de entrada en operación, energético primario utilizado para la generación de electricidad, tipo de tecnología utilizada, actividad económica a la que pertenece el permisionario, estado actual del permiso y ubicación de la planta.

Fuentes de información de actividades económicas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

El INEGI es la oficina nacional de estadística en México. Para la realización de este estudio la información reportada por el INEGI representó la principal fuente de información sobre la estructura y el desempeño de las actividades económicas en México, al generar una gran variedad de estadísticas a través del uso de diferentes metodologías: censos, encuestas representativas y registros administrativos. Sin embargo, ninguna de estas fuentes reúne información sobre el detalle de los insumos energéticos consumidos por cada sector de la economía.

Para las actividades económicas, a partir de 1999 el INEGI adoptó el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIÁN). Este sistema fue elaborado por los socios del TLCAN (Estados Unidos, Canadá y México) como la base para la generación, presentación y difusión de todas las estadísticas económicas producidas. El SCIÁN se construyó con base en el concepto de función de producción, con lo cual, las unidades económicas que tienen procesos de producción similares están clasificadas en la misma clase de actividad, y a su vez, las clases están delimitadas de acuerdo con las diferencias en los procesos de producción.

Como se mencionó anteriormente, el SCIÁN es comparable con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas, la cual es utilizada para la construcción de los indicadores de eficiencia energética del sector industrial propuestos por la AIE, así como con otras clasificaciones internacionales, por ejemplo, la Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas de la Unión Europea (NACE).

➤ Producto Interno Bruto (PIB) trimestral a precios constantes de 2003

El PIB trimestral se calcula con base en los índices mensuales y trimestrales de volumen físico de la producción tipo Laspeyres (base en 2003).

La referencia de las cuentas nacionales al año de 2003 se realizó con el objetivo de homologar conceptos incluidos en censos y encuestas de acuerdo con el SCIÁN. Esto permitió la ampliación de la información estadística básica con base en el Censo Económico 2004 y, consecuentemente, extender la división del PIB industrial por ramas.

La retropolación de la serie del PIB con base 2003 se realizó únicamente para el periodo 1993-2003. Por esta razón, no se cuenta con las cifras del PIB desagregado por rama de la industria para años anteriores a 1993. Esta información fue útil para calcular las intensidades energéticas de los sectores industrial y servicios y comercio.

➤ **Censos económicos 1999, 2004 y 2009**

El objetivo de los Censos Económicos es obtener información estadística básica y actualizada sobre los establecimientos productores de bienes, comercializadores de mercancías y prestadores de servicios para generar indicadores económicos de México con un nivel de detalle geográfico, sectorial y temático.

La unidad de observación son las unidades económicas fijas o semifijas, sin considerar las unidades ambulantes ni las casas-habitación donde se realizan actividades productivas o se ofrece algún servicio. Estas unidades de observación se clasifican por actividad económica de acuerdo con el SCIAN, excluyendo las actividades primarias con excepción de la pesca y acuicultura animal. En este sentido, la cobertura sectorial de los Censos Económicos está compuesta por establecimientos de manufacturas, comercio, servicios, pesca y acuicultura, minería, electricidad, agua y gas, construcción, transportes, correos y almacenamientos y servicios financieros y de seguros.

El levantamiento de los censos económicos considera estrategias y cuestionarios diferenciados de acuerdo con el sector y el tamaño de los establecimientos.

Para el levantamiento del Censo Económico de 2009 se mantuvo la temática general, sin embargo, la SENER solicitó al INEGI la inclusión de parámetros de consumo energético medidos en masa o en volumen, en adición a las preguntas sobre el gasto en el uso de la energía para una muestra del Censo. Esta información será utilizada para la matriz insumo-producto que será publicada en 2011.

- **Encuesta Industrial Mensual (EIM),**
- **Encuesta Industrial Anual (EIA)**
- **Encuesta Anual a Empresas Constructoras (EAEC)**
- **Encuesta Anual de Transporte (EAT)**
- **Encuesta Mensual de Servicios (EMS)**
- **Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales (EMEC)**
- **Encuesta Anual del Comercio (EAC)**

El INEGI elabora diversas encuestas en establecimientos económicos, cuyo principal objetivo es proporcionar un panorama estadístico del comportamiento y tendencia de los sectores o actividades en cuestión que permita caracterizar los aspectos básicos del establecimiento con base en la actividad que realice.

Si bien estas encuestas no proporcionan información detallada sobre el consumo de energía, resultan una referencia útil para la caracterización de los sectores y la modelación y estimación de indicadores. Asimismo, para el sector industrial proporcionan información sobre la producción en unidades físicas (toneladas) de algunos productos como el cemento y los químicos.

➤ **Vehículos de Motor Registrados en Circulación**

El INEGI capta y procesa la Estadística de Vehículos de Motor Registrados en Circulación a través de un cuestionario enviado a las 32 entidades federativas del país, en la cual se solicita

el parque vehicular a nivel municipal por clase de vehículo (motocicletas, automóvil, camión y autobús) y tipo de servicio (público, privado u oficial). La periodicidad de recopilación es mensual y anual.

➤ **Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)**

La ENIGH es una encuesta socioeconómica que tiene como objetivo proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los hogares respecto de los ingresos y gastos que realizan, procedencia de estos y su distribución; adicionalmente ofrece información sobre las características de la infraestructura de la vivienda y el equipamiento del hogar.

Esta encuesta se levanta con una periodicidad bianual. La unidad de observación es el hogar. Es representativa a nivel nacional y para los ámbitos rural y urbano.

Para fines de este estudio y para garantizar la comparabilidad de la información, se utilizaron los resultados de la ENIGH 2002, 2004, 2005¹³⁶, 2006 y 2008 para determinar el equipamiento de los hogares por aparato y para calcular los indicadores de eficiencia energética del sector residencial.

➤ **Encuesta Nacional de Uso del Tiempo 2002 (ENUT)**

La ENUT se levantó por primera vez como un módulo de la ENIGH con el objetivo de recopilar datos sobre el tiempo que destina la población de 12 años y más para realizar diversas actividades diarias (ej. traslado, preparación y servicio de alimentos para los integrantes del hogar, limpieza y cuidado de ropa y calzado, convivencia social, utilización de medios masivos de comunicación, cuidados personales, etc.). Esta encuesta es representativa a nivel nacional.

La ENUT permitió obtener la información sobre el tiempo promedio de uso de los aparatos en el sector residencial. El levantamiento más reciente se llevó a cabo en 2009. Sin embargo, para el tercer trimestre de 2010 los resultados no se habían publicado, por lo que únicamente se utilizaron las cifras de la ENUT 2002.

Secretarías y Organismos del Gobierno Federal

➤ **Secretaría de Economía (SE) - Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)**

La SE a través del SIEM, concentra un padrón completo de las unidades económicas de la industria, comercio y servicios existentes en el país. El registro y actualización anual de la información están fundamentados en la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones con carácter de obligatoriedad; por lo tanto, se constituye como la base de la información sobre el número y tipo de establecimientos en el país.

Este registro presenta información sobre las empresas en México clasificadas de acuerdo con el SCIAN, la cámara de la industria o de servicios a la que pertenecen, su rango de ventas, total de empleados y antigüedad de las compañías.

¹³⁶ En 2005 se levantó esta encuesta para conciliar la información demográfica con el II Conteo de Población y Vivienda 2005.

➤ **Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)**

La infraestructura y actividades de transporte en México se encuentran reguladas, administradas y coordinadas por la SCT desde el ámbito federal, y por las Secretarías de los estados a nivel local.

Con excepción del autotransporte, la SCT concentra la mayor parte de la información sobre número de vehículos y hábitos de uso del transporte aéreo, marítimo y ferroviario, lo que facilita la tarea de recolección de información precisa.

En el caso del autotransporte, las funciones de la SCT se limitan a la infraestructura carretera federal y al autotransporte federal de carga.

➤ **Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA)**

ASA es el organismo descentralizado del Gobierno Federal encargado del suministro de combustible para aeronaves nacionales e internacionales a lo largo del territorio nacional. ASA proporcionó a la SENER información sobre el suministro de turbosina y gas avión destinado a vuelos nacionales e internacionales para la realización de este estudio.

➤ **Secretaría de Seguridad Pública - Registro Público Vehicular (REPUVE)**

En 2008 entró en vigor el Registro Público Vehicular (REPUVE) con el propósito de otorgar seguridad pública y jurídica a los actos que se realizan con vehículos que circulan en territorio nacional mediante la identificación y control de la actividad vehicular.

El REPUVE está conformado por una base de datos operada y mantenida por el Sistema Nacional de Seguridad Pública (SNSP) de la Secretaría de Seguridad Pública e integrada por la información que los dueños de los vehículos proporcionan a las autoridades federales y las entidades federativas y los sujetos obligados¹³⁷ a realizar las inscripciones y presentar avisos que actualicen la información de los vehículos.

Para el presente estudio, la SENER solicitó y analizó una extracción de la base de datos del REPUVE, que incluía información sobre características de los vehículos registrados, tales como marca, submarca, año y número de cilindros.

➤ **Secretaría de Educación Pública (SEP)**

La SEP, la autoridad educativa en México, es la responsable de definir y establecer el rumbo de la educación en todos sus niveles. Esta institución cuenta con información detallada sobre el sector educativo, en cuanto al número de escuelas públicas, alumnos, maestros y grupos por cada nivel escolar. Estos registros se tienen para el periodo 1990-2009 y están proyectados hasta 2015. A través de esta información fue posible conocer parte del sector servicios, toda vez que predomina el sistema público de educación sobre el privado.

¹³⁷ Los sujetos obligados son las ensambladoras, comercializadoras, distribuidoras de vehículos, instituciones de seguros y fianzas, instituciones de crédito y arrendadoras financieras.

➤ **Secretaría de Salud (SSA)**

A la SSA le corresponde conducir la política nacional en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, además de coordinar los programas de servicio a la salud. Asimismo, crea y administra establecimientos de salud pública, entre otras acciones.

Esta Secretaría administra el Sistema Nacional de Información en Salud que, entre otras estadísticas, proporciona registros sobre la infraestructura, equipamiento y personal empleado en hospitales, clínicas y consultorios del sector público de salud. A partir de esta información, se pudo caracterizar a los establecimientos de salud del Gobierno Federal, mayor representante nacional de los servicios otorgados en este rubro.

➤ **Consejo Nacional de Población (CONAPO)**

El CONAPO es un organismo del Gobierno Federal que tiene como misión regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su volumen, estructura, dinámica y distribución en el territorio nacional. Entre sus funciones está la elaboración, publicación y distribución de material informativo sobre aspectos poblacionales.

En este sentido, el número total de población y viviendas se obtuvo a través de CONAPO, quien utiliza las cifras reportadas por los Censos y Conteos de población y vivienda, elaborados por el INEGI en 1990, 1995, 2000 y 2005, y realiza estimaciones y proyecciones para los años en que no se cuenta con información.

Base de Datos de Estadísticas de Transporte de América del Norte

La Base de Datos de Estadísticas de Transporte de América del Norte (BD-ETAN), enmarcada dentro del contexto del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), presenta información en línea sobre el transporte y sus actividades en México, Canadá y Estados Unidos.

Este esfuerzo se realiza con los siguientes fines: i) identificar información clave que permita obtener un panorama general del transporte en América del Norte; ii) describir las actividades de transporte y los impactos dentro y a través de México, Canadá y Estados Unidos; iii) mostrar la falta de comparabilidad entre datos específicos de los tres países; iv) señalar las carencias en los datos y la información; y (v) comenzar las discusiones con vistas a reducir el problema de comparabilidad y la carencia de datos. Por parte de México, las instituciones participantes en este grupo de trabajo son la SCT, el IMT, el INEGI, la CONUEE, la SENER, el INE y la SEMARNAT.

Cabe mencionar que esta fuente de información constituye uno de los principales recursos para la construcción de los indicadores de eficiencia energética en el sector transporte, debido a que concentra información de los cuatro sistemas de transporte: autotransporte, aéreo, marítimo y ferroviario. No obstante, no presenta el nivel de desagregación o desglose requerido por este estudio para cada modalidad. Incluso, algunas variables e indicadores no se reportan por falta de información y, en algunos casos, presenta diferentes definiciones a las establecidas para la construcción de indicadores de eficiencia energética.

Anexo 2. Tablas del sector residencial

Tabla 25. Potencia promedio de aparatos

Aparatos eléctricos	Potencia promedio (Watts)	Aparatos eléctricos	Potencia promedio (Watts)
Estufa eléctrica	4,000	Computadora	300
Aire acondicionado	3,350	Videojuegos	250
Calentador de aire	1,500	TV	70
Microondas	1,200	Ventilador	60
Plancha	1,000	Focos incandescentes	60
Aspiradora	800	Estéreo, radio	50
Refrigerador	750	DVD o videocasetera	25
Lavadora	400	Impresora	25
Bomba de agua	400	Lámpara fluorescente compacta (LFC)	15
Licuada	350		

Fuente: CFE.

Tabla 26. Número de viviendas por rango de superficie y número de cuartos con respuesta NS redistribuida, 2008

Número de cuartos	Superficie (m ²)						TOTAL
	< 30	30 - 45	46 - 55	56 - 75	76 - 100	> 100	
1	905,900	394,133	126,391	106,051	60,577	33,658	1,626,710
2	844,811	1,181,823	574,055	570,369	349,793	188,559	3,709,410
3	456,296	1,075,774	922,888	1,392,647	1,314,813	755,186	5,917,604
4	169,681	616,610	817,512	1,772,898	1,990,989	1,444,870	6,812,560
5	47,599	184,457	272,000	781,826	1,513,421	1,583,545	4,382,848
6	11,506	62,704	87,329	258,745	579,976	1,124,119	2,124,378
7	3,964	8,431	8,824	69,967	196,604	562,134	849,924
8	1,835	12,511	3,251	29,283	105,510	292,610	445,000
9	0	259	772	11,622	30,842	179,879	223,375
10	802	0	0	1,895	12,388	42,669	57,754
11	0	165	1,250	679	0	22,678	24,773
12	0	0	0	0	1,139	14,979	16,118
13	0	0	0	0	0	4,242	4,242
14	0	0	0	833	0	2,066	2,899
16	0	0	0	0	0	969	969
20	0	451	0	0	0	0	451
25	0	0	0	0	0	97	97
TOTAL	2,442,393	3,537,319	2,814,272	4,996,815	6,156,052	6,252,261	26,199,112

Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH 2008, INEGI.

Tabla 27. Superficie estimada de las viviendas de acuerdo con el número de cuartos 2008

Número de cuartos	Superficie exacta (m ²)				
	< 30	30 - 45	46 - 55	56 - 75	76 - 100
1	5.0	30.0	46.0	56.0	76.0
2	8.1	31.5	47.0	57.7	78.4
3	11.3	33.0	48.0	59.5	80.8
4	14.4	34.5	49.0	61.2	83.2
5	17.5	36.0	50.0	62.9	85.6
6	20.6	37.5	51.0	64.6	88.0
7	23.8	39.0	52.0	66.4	90.4
8	26.9	40.5	53.0	68.1	92.8
9	0.0	42.0	54.0	69.8	95.2
10	30.0	0.0	0.0	71.5	97.6
11	0.0	43.5	55.0	73.3	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
14	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0
20	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH 2008, INEGI.

Tabla 28. Superficie estimada de viviendas de “más de 100 m²” por número de cuartos y decil de ingreso total

Número de cuartos	Deciles de ingreso total									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
2	102.1	121.6	146.3	168.4	166.1	182.1	207.9	204.8	230.3	215.2
3	103.3	142.3	191.6	235.8	231.1	263.2	314.8	308.6	359.6	329.4
4	104.4	162.9	236.9	303.1	296.2	344.4	421.7	412.4	488.9	443.6
5	105.5	183.5	282.2	370.5	361.2	425.5	528.6	516.2	618.2	557.9
6	106.6	204.1	327.5	437.9	426.3	506.6	635.5	620.0	747.5	672.1
7	107.8	224.8	372.8	505.3	491.4	587.7	742.4	723.8	876.8	786.3
8	108.9	245.4	418.0	572.6	556.4	668.8	849.3	827.6	1,006.1	900.5
9	110.0	266.0	463.3	640.0	621.5	750.0	956.2	931.4	1,135.4	1,014.7
10	0.0	0.0	0.0	0.0	686.5	831.1	1,063.1	1,035.3	1,264.7	1,128.9
11	0.0	0.0	0.0	0.0	751.6	912.2	0.0	1,139.1	1,394.0	1,243.1
12	0.0	286.7	0.0	0.0	0.0	993.3	1,170.0	1,242.9	0.0	1,357.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	816.7	0.0	0.0	1,346.7	0.0	1,471.6
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,523.3	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,585.8
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,700.0

Fuente: Cálculos propios con información de la ENIGH 2008, INEGI.

Anexo 3. Tablas del Sector Eléctrico Nacional (SEN)

Tabla 29. Tecnologías empleadas en las plantas del Sistema Eléctrico Nacional

Tecnología	Funcionamiento
Ciclo combinado	Estas plantas están integradas por dos tipos diferentes de procesos de generación: turbogás y vapor. Una vez terminado el ciclo térmico de la unidad turbogás, los gases desechados poseen un importante contenido energético, el cual se manifiesta en su alta temperatura (hasta 623 °C en las turbinas de mayor capacidad). Esta energía es utilizada en un recuperador de calor para aumentar la temperatura del agua y llevarla a la fase de vapor, donde es aprovechada para generar energía eléctrica, siguiendo un proceso semejante al descrito para las plantas termoeléctricas convencionales.
Termoeléctrica convencionales	Este tipo de plantas pueden utilizar combustóleo o gas natural como fuente energética primaria. En la actualidad, para este tipo de centrales, el consumo de la CFE se compone con 92% de combustóleo, 8% de gas natural. Un generador de vapor transforma el poder calorífico del combustible en energía térmica, la cual es aprovechada para llevar el agua de estado líquido a la fase de vapor. Éste ya sobrecalentado, es conducido a la turbina donde su energía cinética se convierte en mecánica, misma que se transmite al generador para producir electricidad.
Turbogás	Estas unidades emplean como combustible gas natural o diesel en forma alternativa, y en los modelos avanzados también pueden quemar combustóleo o petróleo crudo. La generación de energía eléctrica en estas unidades se logra cuando el sistema toma aire de la atmósfera a través de un sistema de filtros y entra al compresor. El aire es comprimido antes de llegar a la cámara de combustión, donde el combustible, inyectado en las toberas ¹³⁸ , se mezcla con el aire altamente comprimido, quemándose posteriormente. De ello resultan gases de combustión calientes los cuales al expandirse hacen girar la turbina de gas. El generador, acoplado a esa turbina, transforma en electricidad la energía mecánica producida por ésta.
Combustión interna	La tecnología de la central de combustión interna (motor diesel) aprovecha la expansión de los gases de combustión para obtener energía mecánica, la cual a su vez es transformada en energía eléctrica en el generador.
Carboeléctrica	Estas plantas no difieren en cuanto a su concepción básica de las termoeléctricas convencionales; el único cambio importante es el uso del carbón como energético primario.
Nuclear	Las plantas de energía nuclear tienen semejanza con las termoeléctricas convencionales, ya que también utilizan vapor a presión para mover los turbogeneradores. En este caso se aprovecha el calor obtenido al fisiónar átomos del isótopo de uranio U ₂₃₅ en el interior del reactor, para producir el vapor necesario.
Geo-termoeléctrica	Este tipo de planta opera con principios análogos a los de una termoeléctrica convencional, excepto en la producción de vapor, que en este caso es extraído del subsuelo. La mezcla agua-vapor obtenida del pozo se envía a un separador de humedad; el vapor ya seco es conducido a la turbina, la cual transforma su energía cinética en mecánica y esta, a su vez, en electricidad al transmitirse al generador.
Hidroeléctrica	En general, el principio de un aprovechamiento hidroeléctrico consiste en convertir la energía potencial del agua en electricidad. Para lograrlo, el líquido es conducido hasta las turbinas procurando obtener una resistencia hidráulica mínima. En la turbina, la energía cinética se transfiere al generador, donde se transforma en energía eléctrica.
Eoloeléctrica	Una planta con turbinas eólicas consiste en uno o más aerogeneradores colocados en filas, los cuales transforman la energía cinética del viento en energía eléctrica.

Fuente: Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico 2009, CFE.

¹³⁸ Una tobera es un dispositivo que convierte la energía potencial de un fluido (en forma térmica y de presión) en energía cinética.

Anexo 4. Datos: Eficiencia energética

Sector transporte

Transporte de pasajeros

Modalidad de transporte	Año	Consumo de energía (PJ)										Pasajero-kilómetro (miles de millones)	Intensidad energética (MJ/p-km)
		Gasolina	Diesel	GLP	Combustóleo	Turbosina y gas avión	Gas natural	Electricidad	Carbón y sus productos	Otros	Total		
Automóviles, SUV y camiones ligeros	2010	1,168.49	13.36	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,189.77	1,222.22	0.97
Motocicletas	2010	16.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.76	14.43	1.16
Autobuses	2010	12.15	183.98	4.50	0	0	0	0	0	0	200.62	503.42	0.40
Ferroviario y eléctrico de pasajeros	1990	0	4.53	0	0	0	0	2.80	0	0	7.33	20.95	0.35
	1991	0	3.79	0	0	0	0	2.90	0	0	6.69	22.34	0.30
	1992	0	3.65	0	0	0	0	3.14	0	0	6.79	22.47	0.30
	1993	0	2.16	0	0	0	0	3.22	0	0	5.38	20.74	0.26
	1994	0	2.25	0	0	0	0	3.39	0	0	5.64	20.89	0.27
	1995	0	3.68	0	0	0	0	3.53	0	0	7.21	23.39	0.31
	1996	0	4.65	0	0	0	0	3.57	0	0	8.22	22.86	0.36
	1997	0	4.66	0	0	0	0	3.49	0	0	8.15	19.90	0.41
	1998	0	0.50	0	0	0	0	3.60	0	0	4.10	18.13	0.23
	1999	0	0.18	0	0	0	0	3.65	0	0	3.83	17.37	0.22
	2000	0	0.21	0	0	0	0	3.91	0	0	4.12	20.40	0.20
	2001	0	0.17	0	0	0	0	4.07	0	0	4.24	20.90	0.20
	2002	0	0.22	0	0	0	0	4.09	0	0	4.31	20.49	0.21
	2003	0	0.22	0	0	0	0	3.99	0	0	4.21	20.21	0.21
	2004	0	0.22	0	0	0	0	3.96	0	0	4.19	21.28	0.20

Modalidad de transporte	Año	Consumo de energía (PJ)										Pasajero-kilómetro (miles de millones)	Intensidad energética (MJ/p-km)
		Gasolina	Diesel	GLP	Combustóleo	Turbosina y gas avión	Gas natural	Electricidad	Carbón y sus productos	Otros	Total		
	2005	0	0.21	0	0	0	0	3.93	0	0	4.14	21.26	0.19
	2006	0	0.20	0	0	0	0	3.93	0	0	4.13	20.96	0.20
	2007	0	0.21	0	0	0	0	3.92	0	0	4.13	20.23	0.20
	2008	0	0.23	0	0	0	0	4.00	0	0	4.23	21.51	0.20
	2009	0	0.20	0	0	0	0	4.02	0	0	4.22	20.79	0.20
Aviones de pasajeros de vuelos nacionales	1990	0	0	0	0	20.91	0	0	0	0	20.91	9.83	2.13
	1991	0	0	0	0	21.70	0	0	0	0	21.70	11.12	1.95
	1992	0	0	0	0	24.24	0	0	0	0	24.24	12.31	1.97
	1993	0	0	0	0	26.71	0	0	0	0	26.71	12.93	2.07
	1994	0	0	0	0	29.93	0	0	0	0	29.93	15.86	1.89
	1995	0	0	0	0	27.63	0	0	0	0	27.63	12.84	2.15
	1996	0	0	0	0	27.74	0	0	0	0	27.74	12.24	2.27
	1997	0	0	0	0	29.97	0	0	0	0	29.97	13.71	2.19
	1998	0	0	0	0	32.44	0	0	0	0	32.44	14.69	2.21
	1999	0	0	0	0	35.17	0	0	0	0	35.17	15.73	2.24
	2000	0	0	0	0	35.25	0	0	0	0	35.25	15.31	2.30
	2001	0	0	0	0	34.66	0	0	0	0	34.66	15.45	2.24
	2002	0	0	0	0	34.75	0	0	0	0	34.75	15.16	2.29
	2003	0	0	0	0	33.82	0	0	0	0	33.82	15.87	2.13
	2004	0	0	0	0	34.45	0	0	0	0	34.45	16.84	2.05
	2005	0	0	0	0	30.64	0	0	0	0	30.64	17.09	1.79
	2006	0	0	0	0	39.30	0	0	0	0	39.30	19.11	2.06
	2007	0	0	0	0	48.73	0	0	0	0	48.73	23.62	2.06
	2008	0	0	0	0	48.69	0	0	0	0	48.69	23.83	2.04
	2009	0	0	0	0	36.01	0	0	0	0	36.01	21.51	1.67

Transporte de carga

Modalidad de transporte	Año	Consumo de energía (PJ)										Tonelada (millones)	Tonelada-kilómetro (miles de millones)	Intensidad energética (MJ/t-km)
		Gasolina	Diesel	GLP	Combustóleo	Turbosina y gas avión	Gas natural	Electricidad	Carbón y sus productos	Otros	Total			
Autotransporte de carga y comercial	2010	300	322	27	0	0	0	0	0	0	648.48	4,157.38	1,198.30	0.54
Ferroviario de carga	1990	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22.12	50.96	36.42	0.61
	1991	0	19	0	0	0	0	0	0	0	18.51	46.41	32.70	0.57
	1992	0	19	0	0	0	0	0	0	0	18.84	48.71	34.20	0.55
	1993	0	21	0	0	0	0	0	0	0	20.58	50.38	35.67	0.58
	1994	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23.35	52.05	37.31	0.63
	1995	0	19	0	0	0	0	0	0	0	18.91	52.48	37.61	0.50
	1996	0	20	0	0	0	0	0	0	0	19.54	58.83	41.72	0.47
	1997	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23.17	61.67	43.47	0.53
	1998	0	23	0	0	0	0	0	0	0	22.74	75.91	53.75	0.42
	1999	0	22	0	0	0	0	0	0	0	21.69	77.06	54.11	0.40
	2000	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22.34	77.16	54.78	0.41
	2001	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20.50	76.18	55.15	0.37
	2002	0	21	0	0	0	0	0	0	0	21.05	80.45	59.20	0.36
	2003	0	22	0	0	0	0	0	0	0	21.65	85.17	64.41	0.34
	2004	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24.09	88.10	69.93	0.34
	2005	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23.19	89.81	72.18	0.32
	2006	0	25	0	0	0	0	0	0	0	24.72	95.71	73.73	0.34
	2007	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24.33	99.85	77.17	0.32
	2008	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24.07	99.69	74.58	0.32
	2009	0	22	0	0	0	0	0	0	0	21.97	90.32	69.19	0.32
	1990	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.06	0.05	0.00
	1991	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.07	0.06	0.00
	1992	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.08	0.07	0.01
	1993	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00	0.07	0.06	0.06

Modalidad de transporte	Año	Consumo de energía (PJ)										Tonelada (millones)	Tonelada-kilómetro (miles de millones)	Intensidad energética (MJ/t-km)
		Gasolina	Diesel	GLP	Combustóleo	Turbosina y gas avión	Gas natural	Electricidad	Carbón y sus productos	Otros	Total			
Aéreo de carga	1994	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0.07	0.07	0.06	1.14
	1995	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	0.23	0.09	0.07	3.20
	1996	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0.07	0.09	0.08	0.88
	1997	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.04	0.10	0.09	0.50
	1998	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.11	0.10	0.26
	1999	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0.06	0.12	0.13	0.45
	2000	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	0.10	0.11	0.27
	2001	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0.33	0.09	0.10	3.30
	2002	0	0	0	0	0.41	0	0	0	0	0.41	0.09	0.10	4.06
	2003	0	0	0	0	0.45	0	0	0	0	0.45	0.09	0.10	4.51
	2004	0	0	0	0	0.59	0	0	0	0	0.59	0.11	0.12	4.91
	2005	0	0	0	0	0.58	0	0	0	0	0.58	0.12	0.14	4.16
	2006	0	0	0	0	0.81	0	0	0	0	0.81	0.11	0.13	6.42
	2007	0	0	0	0	0.87	0	0	0	0	0.87	0.11	0.13	6.90
	2008	0	0	0	0	1.18	0	0	0	0	1.18	0.12	0.14	8.45
	2009	0	0	0	0	1.11	0	0	0	0	1.11	0.13	0.15	7.61

Sector industrial y primario

Ramas de la industria

Rama de la industria	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
01 - 05: Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1990	68.43	0	0	0	0	24.15	0	92.58						
	1991	70.49	0	0	0	0	23.39	0	93.87						
	1992	70.79	0	0	0	0	20.42	0	91.21						
	1993	71.25	0	0	0	0	21.31	0	92.56	32.89	224.08	23.70	2.81	0.41	3.91
	1994	67.46	0	0	0	0	23.58	0	91.05	34.31	233.72	24.72	2.65	0.39	3.68
	1995	69.45	0	0	0	0	24.08	0	93.54	34.77	236.87	25.05	2.69	0.39	3.73
	1996	74.25	0	0	0	0	27.16	0	101.40	35.86	244.30	25.84	2.83	0.42	3.92
	1997	79.37	0	0	0	0	27.54	0	106.92	36.61	249.43	26.38	2.92	0.43	4.05
	1998	78.69	0	0	0	0	27.88	0	106.56	37.33	254.32	26.90	2.85	0.42	3.96
	1999	88.09	0	0	0	0	28.79	0	116.88	38.87	264.85	28.01	3.01	0.44	4.17
	2000	87.07	0	0	0	0	28.44	0	115.52	39.51	269.17	28.47	2.92	0.43	4.06
	2001	83.47	0	0	0	0	26.87	0	110.33	40.83	278.20	29.42	2.70	0.40	3.75
	2002	81.51	0	0	0	0	25.98	0	107.49	40.75	277.59	29.36	2.64	0.39	3.66
	2003	86.35	0	0	0	0	26.42	0	112.77	41.94	285.75	30.22	2.69	0.39	3.73
	2004	93.52	0	0	0	0	25.08	0	118.60	42.98	292.81	30.97	2.76	0.41	3.83
	2005	93.47	0	0	0	0	29.04	0	122.51	41.87	285.24	30.17	2.93	0.43	4.06
	2006	98.02	0	0	0	0	28.65	0	126.67	44.52	303.31	32.08	2.85	0.42	3.95
	2007	106.43	0	0	0	0	28.09	0	134.52	45.58	310.55	32.84	2.95	0.43	4.10
	2008	119.96	0	0	0	0	29.19	0	149.15	46.13	314.30	33.24	3.23	0.47	4.49
	2009	113.06	0	0	0	0	33.48	0	146.53	46.98	320.04	30.30	3.12	0.46	4.84
10 - 14: Explotación de minas y canteras	1990	12.94	17.01	1.24	0	0	17.19	0	48.37						
	1991	11.64	20.41	1.12	0	0	15.03	0	48.20						
	1992	10.39	21.96	1.08	0	0	15.34	0	48.77						
	1993	10.82	18.81	1.03	0	0	16.14	0	46.80	53.14	362.04	38.29	0.88	0.13	1.22
	1994	11.24	17.90	1.05	0	0	16.78	0	46.97	53.71	365.92	38.70	0.87	0.13	1.21

Rama de la industria	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	1995	12.14	17.62	1.14	0	0	18.92	0	49.82	52.95	360.77	38.15	0.94	0.14	1.31
	1996	13.88	28.91	1.16	0	0	20.08	0	64.02	57.99	395.10	41.79	1.10	0.16	1.53
	1997	13.05	29.49	1.13	0	0	18.88	0	62.54	60.87	414.70	43.86	1.03	0.15	1.43
	1998	14.03	30.93	1.17	0	0	20.31	0	66.43	62.27	424.20	44.86	1.07	0.16	1.48
	1999	14.93	32.40	1.18	0	0	19.66	0	68.16	59.89	408.03	43.15	1.14	0.17	1.58
	2000	14.74	26.65	1.48	0	0	20.88	0	63.75	61.28	417.50	44.15	1.04	0.15	1.44
	2001	15.72	24.75	1.37	0	0	19.92	0	61.76	62.04	422.66	44.70	1.00	0.15	1.38
	2002	14.42	22.98	1.32	0	0	19.68	0	58.41	62.11	423.16	44.75	0.94	0.14	1.31
	2003	12.75	25.48	1.32	0	0	17.40	0	56.95	65.05	443.20	46.87	0.88	0.13	1.22
	2004	13.97	28.28	1.31	0	0	19.07	0	62.63	65.92	449.09	47.50	0.95	0.14	1.32
	2005	14.12	30.18	1.33	0	0	19.27	0	64.90	65.72	447.73	47.35	0.99	0.14	1.37
	2006	12.92	30.60	1.36	0	0	19.94	0	64.81	66.62	453.88	48.00	0.97	0.14	1.35
	2007	14.86	33.30	1.36	0	0	20.62	0	70.14	66.25	451.32	47.73	1.06	0.16	1.47
	2008	15.85	33.89	1.38	0	0	20.93	0	72.04	65.30	444.89	47.05	1.10	0.16	1.53
	2009	14.63	30.19	1.17	0	0	19.48	0	65.46	65.94	449.22	42.53	0.99	0.15	1.54
15 - 37: Industrias Manufactureras	1990	599.30	737.02	60.75	74.15	0	167.01	0	1638.25						
	1991	599.19	760.89	54.78	85.65	0	171.73	0	1672.27						
	1992	582.89	774.41	52.84	78.81	0	173.66	0	1662.65						
	1993	564.40	784.88	50.47	87.45	0	177.80	0	1665.03	148.40	1011.03	106.92	11.22	1.65	15.57
	1994	574.43	820.50	51.59	73.35	0	194.50	0	1714.41	153.29	1044.36	110.45	11.18	1.64	15.52
	1995	511.17	830.04	55.82	85.41	0	204.19	0	1686.69	144.86	986.87	104.37	11.64	1.71	16.16
	1996	511.41	840.88	56.77	84.60	0	230.94	0	1724.66	159.96	1089.78	115.25	10.78	1.58	14.96
	1997	505.79	836.34	55.60	92.86	0	256.83	0	1747.48	176.72	1203.98	127.33	9.89	1.45	13.72
	1998	554.38	878.34	57.25	95.16	0	270.12	0	1855.31	189.44	1290.62	136.49	9.79	1.44	13.59
	1999	519.92	872.22	57.89	87.54	0	289.13	0	1826.78	197.80	1347.59	142.52	9.24	1.36	12.82
	2000	508.36	884.75	59.31	83.50	0	314.07	0	1850.08	210.64	1435.06	151.77	8.78	1.29	12.19
	2001	469.28	829.05	56.75	88.21	0	313.50	0	1756.90	202.49	1379.56	145.90	8.68	1.27	12.04
	2002	436.57	890.58	53.48	85.22	0	324.60	0	1790.57	200.31	1364.69	144.33	8.94	1.31	12.41
	2003	437.51	913.36	56.84	87.84	0	316.39	0	1812.06	197.48	1345.38	142.28	9.18	1.35	12.74

Rama de la industria	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	2004	516.01	944.91	56.37	89.98	0	323.26	0	1930.68	205.25	1398.31	147.88	9.41	1.38	13.06
	2005	475.60	938.46	55.32	101.46	0	334.26	0	1905.26	212.56	1448.14	153.15	8.96	1.32	12.44
	2006	467.11	1055.59	56.25	95.28	0	345.85	0	2020.26	225.15	1533.89	162.22	8.97	1.32	12.45
	2007	513.34	1065.62	56.63	102.29	0	357.62	0	2095.72	229.00	1560.13	165.00	9.15	1.34	12.70
	2008	484.88	1133.99	56.29	102.67	0	360.91	0	2139.00	227.56	1550.34	163.96	9.40	1.38	13.05
	2009	416.33	1107.20	48.38	94.19	0	344.66	0	2011.07	204.36	1392.27	131.82	9.84	1.44	15.26
40 - 41: Suministro de electricidad, gas y agua	1990	0	0	0	0	0	21.22	0	21.22						
	1991	0	0	0	0	0	21.66	0	21.66						
	1992	0	0	0	0	0	22.64	0	22.64						
	1993	0	0	0	0	0	23.46	0	23.46	9.89	67.39	7.13	2.37	0.35	3.29
	1994	0	0	0	0	0	27.19	0	27.19	10.58	72.08	7.62	2.57	0.38	3.57
	1995	0	0	0	0	0	26.05	0	26.05	10.80	73.58	7.78	2.41	0.35	3.35
	1996	0	0	0	0	0	26.91	0	26.91	11.32	77.12	8.16	2.38	0.35	3.30
	1997	0	0	0	0	0	30.30	0	30.30	12.01	81.83	8.65	2.52	0.37	3.50
	1998	0	0	0	0	0	34.04	0	34.04	12.65	86.16	9.11	2.69	0.40	3.74
	1999	0	0	0	0	0	32.90	0	32.90	13.82	94.15	9.96	2.38	0.35	3.30
	2000	0	0	0	0	0	35.49	0	35.49	13.96	95.11	10.06	2.54	0.37	3.53
	2001	0	0	0	0	0	36.64	0	36.64	13.86	94.41	9.98	2.64	0.39	3.67
	2002	0	0	0	0	0	38.40	0	38.40	13.64	92.96	9.83	2.81	0.41	3.91
	2003	0	0	0	0	0	38.66	0	38.66	13.99	95.34	10.08	2.76	0.41	3.83
	2004	0	0	0	0	0	37.85	0	37.85	14.55	99.15	10.49	2.60	0.38	3.61
	2005	0	0	0	0	0	40.10	0	40.10	14.84	101.12	10.69	2.70	0.40	3.75
	2006	0	0	0	0	0	36.95	0	36.95	16.65	113.45	12.00	2.22	0.33	3.08
	2007	0	0	0	0	0	40.51	0	40.51	17.26	117.61	12.44	2.35	0.34	3.26
	2008	0	0	0	0	0	38.75	0	38.75	16.86	114.87	12.15	2.30	0.34	3.19
	2009	0	0	0	0	0	39.00	0	39.00	17.06	116.24	11.01	2.29	0.34	3.54
	1990	4.69	0	0	0	0	1.06	0	5.76						
	1991	4.81	0	0	0	0	1.10	0	5.91						

Rama de la industria	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
45: Construcción	1992	5.17	0	0	0	0	1.19	0	6.35						
	1993	5.26	0	0	0	0	1.23	0	6.49	53.66	365.60	38.67	0.12	0.02	0.17
	1994	5.25	0	0	0	0	1.52	0	6.78	60.42	411.61	43.53	0.11	0.02	0.16
	1995	4.02	0	0	0	0	1.17	0	5.19	45.02	306.73	32.44	0.12	0.02	0.16
	1996	4.83	0	0	0	0	1.41	0	6.24	49.78	339.15	35.87	0.13	0.02	0.17
	1997	4.91	0	0	0	0	1.43	0	6.34	57.02	388.47	41.08	0.11	0.02	0.15
	1998	5.13	0	0	0	0	1.50	0	6.63	60.79	414.16	43.80	0.11	0.02	0.15
	1999	5.60	0	0	0	0	1.61	0	7.22	64.10	436.73	46.19	0.11	0.02	0.16
	2000	6.31	0	0	0	0	1.42	0	7.73	67.85	462.24	48.89	0.11	0.02	0.16
	2001	6.02	0	0	0	0	1.36	0	7.38	65.56	446.66	47.24	0.11	0.02	0.16
	2002	5.93	0	0	0	0	1.38	0	7.31	66.87	455.55	48.18	0.11	0.02	0.15
	2003	6.13	0	0	0	0	1.43	0	7.56	69.02	470.22	49.73	0.11	0.02	0.15
	2004	6.46	0	0	0	0	1.50	0	7.96	72.68	495.17	52.37	0.11	0.02	0.15
	2005	6.67	0	0	0	0	1.55	0	8.22	75.48	514.23	54.38	0.11	0.02	0.15
	2006	9.18	0	0	0	0	1.66	0	10.84	81.35	554.19	58.61	0.13	0.02	0.18
	2007	9.98	0	0	0	0	1.72	0	11.70	84.90	578.40	61.17	0.14	0.02	0.19
	2008	10.47	0	0	0	0	1.70	0	12.18	85.42	581.97	61.55	0.14	0.02	0.20
	2009	10.36	0	0	0	0	1.64	0	12.00	79.01	538.27	50.96	0.15	0.02	0.24

Industrias manufactureras

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
15 - 16: Elaboración de productos alimenticios,	1990	55.66	5.20	0	74.15	0	2.74	0	137.74						
	1991	49.68	6.58	0	85.65	0	3.11	0	145.01						
	1992	52.19	6.22	0	78.81	0	2.85	0	140.06						
	1993	44.76	6.24	0	87.45	0	3.89	0	142.34	42.64	290.50	30.72	3.34	0.49	4.63
	1994	39.74	6.31	0	73.35	0	4.33	0	123.73	43.85	298.73	31.59	2.82	0.41	3.92
	1995	42.72	5.22	0	85.41	0	4.06	0	137.41	44.05	300.08	31.74	3.12	0.46	4.33

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
bebidas y tabaco	1996	46.63	8.83	0	84.60	0	4.14	0	144.20	45.35	308.98	32.68	3.18	0.47	4.41
	1997	46.64	10.08	0	92.86	0	4.33	0	153.90	46.91	319.56	33.80	3.28	0.48	4.55
	1998	52.60	10.79	0	95.16	0	4.71	0	163.26	49.16	334.94	35.42	3.32	0.49	4.61
	1999	46.20	12.49	0	87.54	0	4.98	0	151.21	50.99	347.37	36.74	2.97	0.44	4.12
	2000	41.94	8.90	0	80.38	0	4.57	0	135.80	53.00	361.06	38.18	2.56	0.38	3.56
	2001	41.89	9.19	0	84.24	0	4.56	0	139.88	53.68	365.74	38.68	2.61	0.38	3.62
	2002	37.48	9.42	0	83.39	0	5.70	0	136.00	54.70	372.65	39.41	2.49	0.36	3.45
	2003	35.56	9.68	0	84.36	0	5.94	0	135.54	55.41	377.50	39.92	2.45	0.36	3.40
	2004	32.74	9.95	0	86.01	0	6.12	0	134.81	57.69	393.03	41.57	2.34	0.34	3.24
	2005	30.27	10.60	0	99.23	0	6.22	0	146.32	59.74	406.99	43.04	2.45	0.36	3.40
	2006	26.63	11.35	0	90.41	0	6.54	0	134.93	61.37	418.07	44.21	2.20	0.32	3.05
	2007	27.78	11.68	0	89.98	0	6.76	0	136.20	62.95	428.86	45.36	2.16	0.32	3.00
	2008	24.21	11.84	0	93.47	0	6.81	0	136.33	64.01	436.08	46.12	2.13	0.31	2.96
	2009	20.16	10.84	0	83.99	0	6.52	0	121.52	64.03	436.19	41.30	1.90	0.28	2.94
21: Fabricación de papel y productos de papel	1990	31.84	14.27	0	0	0	9.27	0	55.38						
	1991	19.80	24.25	0	0	0	7.97	0	52.01						
	1992	19.31	19.43	0	0	0	9.82	0	48.56						
	1993	18.89	15.47	0	0	0	9.61	0	43.97	2.88	19.65	2.08	15.24	2.24	21.16
	1994	19.55	14.67	0	0	0	9.94	0	44.15	2.99	20.35	2.15	14.78	2.17	20.52
	1995	13.51	12.50	0	0	0	9.22	0	35.23	3.03	20.66	2.18	11.62	1.71	16.12
	1996	18.29	19.37	0	0	0	9.73	0	47.40	3.32	22.62	2.39	14.28	2.10	19.82
	1997	16.45	18.90	0	0	0	8.75	0	44.10	3.57	24.32	2.57	12.35	1.81	17.14
	1998	18.50	19.79	0	0	0	9.40	0	47.69	3.78	25.77	2.73	12.61	1.85	17.50
	1999	17.77	22.74	0	0	0	9.98	0	50.50	4.05	27.58	2.92	12.48	1.83	17.31
	2000	17.19	24.26	0	0	0	8.80	0	50.46	4.18	28.47	3.01	12.07	1.77	16.76
	2001	15.94	23.03	0	0	0	9.03	0	48.22	4.13	28.16	2.98	11.66	1.71	16.19
	2002	14.06	23.66	0	0	0	8.91	0	46.85	4.18	28.48	3.01	11.21	1.64	15.55
	2003	13.95	24.46	0	0	0	8.84	0	47.46	4.22	28.78	3.04	11.23	1.65	15.59
	2004	14.75	25.71	0	0	0	9.35	0	50.04	4.43	30.17	3.19	11.30	1.66	15.68

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	2005	15.23	26.51	0	0	0	9.66	0	51.64	4.58	31.17	3.30	11.29	1.66	15.66
	2006	12.44	26.90	0	0	0	10.05	0	49.62	4.76	32.46	3.43	10.41	1.53	14.45
	2007	13.74	28.47	0	0	0	10.17	0	52.63	4.91	33.44	3.54	10.72	1.57	14.88
	2008	12.86	27.74	0	0	0	10.44	0	51.28	5.03	34.29	3.63	10.19	1.50	14.14
	2009	12.66	28.99	0	0	0	10.23	0	51.87	4.99	33.99	3.22	10.40	1.53	16.12
23: Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	1990	292.14	300.71	3.10	0	0	0	0	595.95						
	1991	311.54	292.41	2.79	0	0	0	0	606.74						
	1992	285.49	323.12	2.70	0	0	0	0	611.31						
	1993	238.42	348.91	2.57	0	0	0	0	589.91	4.43	30.20	3.19	133.09	19.54	184.72
	1994	238.18	373.41	2.63	0	0	0	0	614.23	5.00	34.04	3.60	122.93	18.04	170.62
	1995	208.17	353.25	2.85	0	0	0	0	564.27	4.71	32.10	3.39	119.77	17.58	166.24
	1996	188.84	353.42	2.90	0	0	0	0	545.16	4.76	32.42	3.43	114.57	16.82	159.01
	1997	167.95	360.44	2.84	0	0	0	0	531.22	5.15	35.06	3.71	103.24	15.15	143.28
	1998	214.95	388.18	2.92	0	0	0	0	606.05	5.80	39.50	4.18	104.53	15.34	145.08
	1999	180.12	385.59	2.95	0	0	0	0	568.67	5.79	39.47	4.17	98.16	14.41	136.23
	2000	162.01	413.29	3.56	0	0	0	0	578.86	5.77	39.31	4.16	100.32	14.72	139.23
	2001	140.83	447.59	3.29	0	0	0	0	591.71	5.72	38.94	4.12	103.53	15.20	143.69
	2002	141.65	453.87	3.18	0	0	0	0	598.70	5.81	39.61	4.19	102.98	15.12	142.92
	2003	139.71	471.65	3.18	0	0	0	0	614.54	6.05	41.18	4.36	101.66	14.92	141.09
	2004	156.92	479.87	3.14	0	0	0	0	639.92	6.73	45.83	4.85	95.12	13.96	132.02
	2005	138.48	494.71	3.19	0	0	0	0	636.38	6.58	44.82	4.74	96.74	14.20	134.27
	2006	131.20	584.47	3.26	0	0	0	0	718.92	6.68	45.54	4.82	107.56	15.79	149.29
	2007	154.80	574.97	3.28	0	0	0	0	733.05	6.54	44.57	4.71	112.05	16.45	155.52
	2008	169.65	642.17	3.30	0	0	0	0	815.12	6.59	44.88	4.75	123.73	18.16	171.72
	2009	136.56	658.68	2.81	0	0	0	0	798.05	6.43	43.78	4.14	124.19	18.23	192.53
	1990	50.60	220.04	0	0	0	17.99	0	288.63						
	1991	56.06	235.85	0	0	0	15.82	0	307.73						
	1992	55.21	220.07	0	0	0	17.16	0	292.44						

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
24: Fabricación de sustancias y productos químicos	1993	57.17	219.64	0	0	0	18.16	0	294.98	16.40	111.75	11.82	17.98	2.64	24.96
	1994	57.32	226.52	0	0	0	20.10	0	303.94	16.47	112.21	11.87	18.45	2.71	25.61
	1995	50.77	227.34	0	0	0	19.98	0	298.08	16.84	114.73	12.13	17.70	2.60	24.57
	1996	56.13	246.82	0	0	0	20.86	0	323.81	17.43	118.75	12.56	18.58	2.73	25.78
	1997	58.51	233.86	0	0	0	21.63	0	314.00	18.63	126.89	13.42	16.86	2.47	23.40
	1998	57.97	221.65	0	0	0	22.16	0	301.78	19.87	135.37	14.32	15.19	2.23	21.08
	1999	55.05	209.70	0	0	0	23.28	0	288.03	20.12	137.06	14.50	14.32	2.10	19.87
	2000	47.06	200.58	0	0	0	22.63	0	270.27	20.81	141.76	14.99	12.99	1.91	18.03
	2001	39.52	164.91	0	0	0	19.06	0	223.50	19.93	135.77	14.36	11.21	1.65	15.57
	2002	35.23	156.69	0	0	0	18.38	0	210.30	19.92	135.71	14.35	10.56	1.55	14.65
	2003	23.41	159.67	0	0	0	18.92	0	202.00	19.85	135.24	14.30	10.18	1.49	14.12
	2004	25.03	163.20	0	0	0	19.15	0	207.37	20.50	139.69	14.77	10.11	1.48	14.04
	2005	30.72	151.78	0	0	0	18.55	0	201.05	21.07	143.53	15.18	9.54	1.40	13.24
	2006	27.75	134.40	0	0	0	19.06	0	181.22	21.90	149.23	15.78	8.27	1.21	11.48
	2007	31.28	147.32	0	0	0	19.71	0	198.31	22.36	152.35	16.11	8.87	1.30	12.31
	2008	28.11	151.17	0	0	0	19.34	0	198.62	21.93	149.43	15.80	9.06	1.33	12.57
	2009	15.85	136.88	0	0	0	18.40	0	171.14	21.44	146.06	13.83	7.98	1.17	12.37
25: Fabricación de hule y plástico	1990	0.94	3.15	0	0	0	1.01	0	5.10						
	1991	1.13	3.18	0	0	0	1.03	0	5.33						
	1992	1.09	3.14	0	0	0	0.99	0	5.22						
	1993	1.19	1.58	0	0	0	0.93	0	3.70	4.31	29.38	3.11	0.86	0.13	1.19
	1994	1.29	1.73	0	0	0	1.01	0	4.03	4.41	30.05	3.18	0.91	0.13	1.27
	1995	1.09	1.50	0	0	0	0.95	0	3.55	4.12	28.10	2.97	0.86	0.13	1.19
	1996	1.36	2.52	0	0	0	1.09	0	4.96	4.58	31.22	3.30	1.08	0.16	1.50
	1997	1.54	3.08	0	0	0	1.23	0	5.85	5.03	34.29	3.63	1.16	0.17	1.61
	1998	1.66	3.24	0	0	0	1.33	0	6.22	5.27	35.91	3.80	1.18	0.17	1.64
	1999	1.55	3.48	0	0	0	1.32	0	6.35	5.25	35.74	3.78	1.21	0.18	1.68
	2000	1.64	5.97	0	0	0	1.28	0	8.88	5.54	37.73	3.99	1.60	0.24	2.23
	2001	1.70	5.73	0	0	0	1.22	0	8.65	5.39	36.74	3.89	1.60	0.24	2.23

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	2002	1.48	5.12	0	0	0	1.26	0	7.86	5.52	37.63	3.98	1.42	0.21	1.97
	2003	1.61	3.92	0	0	0	1.33	0	6.86	5.51	37.56	3.97	1.25	0.18	1.73
	2004	1.85	4.11	0	0	0	1.48	0	7.43	5.68	38.70	4.09	1.31	0.19	1.82
	2005	1.95	4.49	0	0	0	1.67	0	8.11	5.89	40.14	4.25	1.38	0.20	1.91
	2006	2.10	4.19	0	0	0	1.51	0	7.81	6.09	41.49	4.39	1.28	0.19	1.78
	2007	2.24	4.30	0	0	0	1.40	0	7.94	6.25	42.59	4.50	1.27	0.19	1.76
	2008	2.29	4.20	0	0	0	1.19	0	7.69	6.15	41.87	4.43	1.25	0.18	1.74
	2009	2.10	3.81	0	0	0	1.36	0	7.28	5.63	38.34	3.63	1.29	0.19	2.00
26: Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1990	82.46	30.99	0.00	0.00	0	12.28	0	125.73						
	1991	81.13	34.22	0.00	0.00	0	14.75	0	130.10						
	1992	84.35	39.27	0.00	0.00	0	15.12	0	138.74						
	1993	84.01	31.11	0.00	0.00	0	15.59	0	130.71	10.58	72.08	7.62	12.35	1.81	17.15
	1994	87.20	25.18	0.00	0.00	0	17.51	0	129.88	11.11	75.71	8.01	11.69	1.72	16.22
	1995	74.68	21.30	0.00	0.00	0	14.25	0	110.22	9.52	64.83	6.86	11.58	1.70	16.08
	1996	81.57	32.11	0.00	0.00	0	15.51	0	129.19	10.24	69.80	7.38	12.61	1.85	17.50
	1997	85.03	37.42	0.00	0.00	0	15.82	0	138.27	11.08	75.52	7.99	12.47	1.83	17.31
	1998	94.03	37.86	0.00	0.00	0	18.06	0	149.95	11.77	80.19	8.48	12.74	1.87	17.68
	1999	89.77	40.71	0.00	0.00	0	18.64	0	149.12	12.10	82.44	8.72	12.32	1.81	17.10
	2000	80.48	40.31	0.00	0.00	0	18.54	0	139.32	12.63	86.03	9.10	11.03	1.62	15.31
	2001	76.35	40.27	2.37	0.00	0	18.60	0	137.60	12.22	83.24	8.80	11.26	1.65	15.63
	2002	78.64	45.51	4.54	0.00	0	18.62	0	147.31	12.70	86.51	9.15	11.60	1.70	16.10
	2003	71.47	42.39	7.54	0.00	0	18.04	0	139.43	12.75	86.85	9.18	10.94	1.61	15.18
	2004	105.01	45.59	4.36	0.00	0	19.12	0	174.08	13.36	91.04	9.63	13.03	1.91	18.08
	2005	94.08	47.50	4.91	0.00	0	21.87	0	168.37	14.20	96.76	10.23	11.85	1.74	16.45
	2006	113.58	52.15	6.59	0.00	0	23.35	0	195.67	15.18	103.45	10.94	12.89	1.89	17.88
	2007	128.33	53.29	6.72	4.63	0	20.62	0	213.58	15.53	105.83	11.19	13.75	2.02	19.08
	2008	104.60	53.63	6.26	5.17	0	19.03	0	188.69	14.95	101.86	10.77	12.62	1.85	17.52
	2009	102.42	50.81	5.42	6.87	0	15.07	0	180.58	13.67	93.12	8.82	13.21	1.94	20.48

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
27: Fabricación de metales básicos	1990	28.97	81.89	57.65	0	0	33.72	0	202.22						
	1991	26.38	79.81	51.99	0	0	27.06	0	185.23						
	1992	15.32	79.23	50.14	0	0	24.78	0	169.46						
	1993	18.61	67.37	47.89	0	0	19.64	0	153.50	7.50	51.11	5.41	20.46	3.00	28.40
	1994	20.80	69.08	48.95	0	0	22.02	0	160.85	7.93	54.00	5.71	20.29	2.98	28.17
	1995	22.00	70.93	52.97	0	0	26.12	0	172.03	8.27	56.33	5.96	20.81	3.05	28.88
	1996	25.48	110.33	53.88	0	0	27.95	0	217.63	9.81	66.84	7.07	22.18	3.26	30.79
	1997	29.61	124.21	52.77	0	0	29.03	0	235.62	10.83	73.78	7.80	21.76	3.19	30.20
	1998	30.18	120.65	54.33	0	0	28.91	0	234.07	11.29	76.92	8.13	20.73	3.04	28.77
	1999	28.32	131.76	54.94	0	0	32.21	0	247.24	11.40	77.64	8.21	21.69	3.18	30.11
	2000	24.87	95.51	55.75	0	0	31.08	0	207.21	11.75	80.04	8.46	17.64	2.59	24.48
	2001	16.80	83.98	51.09	0	0	25.48	0	177.35	10.89	74.17	7.84	16.29	2.39	22.61
	2002	15.44	74.30	45.76	0	0	24.10	0	159.60	11.15	75.94	8.03	14.32	2.10	19.87
	2003	17.34	65.15	46.12	0	0	22.00	0	150.62	11.57	78.85	8.34	13.01	1.91	18.06
	2004	18.49	80.37	48.87	0	0	27.72	0	175.44	12.02	81.86	8.66	14.60	2.14	20.26
	2005	14.13	73.83	47.23	0	0	27.45	0	162.63	12.75	86.83	9.18	12.76	1.87	17.71
	2006	14.97	77.47	46.40	0	0	28.45	0	167.30	13.20	89.92	9.51	12.68	1.86	17.59
	2007	15.66	84.79	45.74	0	0	29.62	0	175.81	12.99	88.47	9.36	13.54	1.99	18.79
	2008	14.99	96.08	45.60	0	0	30.49	0	187.17	12.92	88.03	9.31	14.49	2.13	20.10
	2009	11.90	74.78	39.64	0	0	29.06	0	155.38	10.41	70.90	6.71	14.93	2.19	23.15
34 - 35: Fabricación de vehículos automotores y equipo de transporte	1990	1.46	1.75	0	0	0	2.92	0	6.12						
	1991	1.29	1.75	0	0	0	2.39	0	5.42						
	1992	1.27	1.47	0	0	0	3.15	0	5.88						
	1993	1.62	1.66	0	0	0	3.27	0	6.55	19.31	131.53	13.91	0.34	0.05	0.47
	1994	1.62	1.53	0	0	0	3.28	0	6.43	19.64	133.83	14.15	0.33	0.05	0.45
	1995	1.08	1.30	0	0	0	2.72	0	5.10	15.34	104.53	11.05	0.33	0.05	0.46
	1996	1.40	2.48	0	0	0	3.54	0	7.42	20.18	137.50	14.54	0.37	0.05	0.51
	1997	1.55	2.99	0	0	0	3.93	0	8.46	23.81	162.20	17.15	0.36	0.05	0.49
	1998	1.68	3.16	0	0	0	4.26	0	9.10	26.42	179.96	19.03	0.34	0.05	0.48

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	1999	3.44	3.74	0	0	0	4.67	0	11.85	28.98	197.43	20.88	0.41	0.06	0.57
	2000	1.91	2.02	0	0	0	4.75	0	8.67	33.26	226.61	23.97	0.26	0.04	0.36
	2001	1.62	1.97	0	0	0	5.35	0	8.94	31.91	217.40	22.99	0.28	0.04	0.39
	2002	0.89	1.86	0	0	0	5.34	0	8.09	31.59	215.20	22.76	0.26	0.04	0.36
	2003	0.59	1.60	0	0	0	5.80	0	7.99	30.30	206.46	21.83	0.26	0.04	0.37
	2004	0.60	1.57	0	0	0	5.91	0	8.07	31.94	217.59	23.01	0.25	0.04	0.35
	2005	0.63	1.68	0	0	0	6.26	0	8.57	33.57	228.70	24.19	0.26	0.04	0.35
	2006	0.83	2.05	0	0	0	6.54	0	9.41	38.37	261.43	27.65	0.25	0.04	0.34
	2007	0.92	2.14	0	0	0	6.76	0	9.82	39.55	269.43	28.49	0.25	0.04	0.34
	2008	1.00	2.24	0	0	0	7.05	0	10.29	39.73	270.66	28.62	0.26	0.04	0.36
	2009	0.96	2.08	0	0	0	6.67	0	9.70	29.06	198.00	18.75	0.33	0.05	0.52
Manufacturas no especificadas	1990	55.22	79.04	0.00	0.00	0	87.09	0	221.38						
	1991	52.19	82.85	0.00	0.00	0	99.61	0	234.69						
	1992	68.69	82.45	0.00	0.00	0	99.80	0	250.97						
	1993	99.74	92.89	0.00	0.00	0	106.73	0	299.39						
	1994	108.75	102.07	0.00	0.00	0	116.32	0	327.19						
	1995	97.15	136.71	0.00	0.00	0	126.90	0	360.81						
	1996	91.71	64.99	0.00	0.00	0	148.13	0	304.88						
	1997	98.52	45.36	0.00	0.00	0	172.12	0	316.05						
	1998	82.81	73.02	0.00	0.00	0	181.29	0	337.18						
	1999	97.69	62.00	0.00	0.00	0	194.05	0	353.82						
	2000	131.26	93.91	0.00	2.91	0	222.43	0	450.60						
	2001	134.62	52.37	0.00	3.76	0	230.21	0	421.06						
	2002	111.70	120.14	0.00	1.62	0	242.28	0	475.86						
	2003	133.86	134.85	0.00	3.27	0	235.50	0	507.62						
	2004	160.63	134.55	0.00	3.76	0	234.42	0	533.50						
	2005	150.10	127.35	0.00	1.99	0	242.59	0	522.20						
	2006	137.62	162.61	0.00	4.64	0	250.35	0	555.40						
	2007	138.59	158.67	0.90	7.44	0	262.57	0	568.39						

Manufacturas	Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad energética		
		Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
	2008	127.16	144.92	1.13	3.79	0	266.55	0	543.81						
	2009	113.73	140.32	0.52	3.33	0	257.35	0	515.56						

Sector residencial

Año	Energía consumida (PJ)								Consumo de energía por superficie de vivienda (GJ/m ²)	Consumo de energía per capita (GJ/hab)	Consumo de energía por vivienda (GJ/vivienda)
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total			
1990	262.13	29.55	0	276.46	0	73.40	0.41	641.96	0.23	7.65	40.03
1991	258.25	32.39	0	278.70	0	79.14	0.44	648.92	0.22	7.58	38.92
1992	278.05	32.28	0	289.09	0	86.58	0.48	686.48	0.23	7.87	39.61
1993	293.47	21.83	0	277.81	0	91.84	0.54	685.48	0.22	7.72	38.09
1994	304.51	20.48	0	278.60	0	100.01	0.60	704.19	0.22	7.80	37.71
1995	305.35	20.04	0	279.34	0	102.46	0.60	707.79	0.21	7.72	36.56
1996	316.34	20.97	0	280.21	0	102.54	0.66	720.71	0.21	7.74	36.41
1997	309.42	21.59	0	281.18	0	106.72	0.73	719.63	0.20	7.62	35.59
1998	323.61	19.77	0	282.33	0	114.08	0.82	740.61	0.21	7.73	35.87
1999	288.04	19.88	0	283.59	0	120.14	0.91	712.56	0.20	7.34	33.81
2000	294.10	20.98	0	284.98	0	130.06	1.04	731.15	0.20	7.43	33.99
2001	286.82	22.47	0	267.09	0	138.04	1.24	715.67	0.19	7.18	32.48
2002	286.66	24.89	0	266.24	0	153.85	1.38	733.02	0.20	7.26	29.88
2003	292.16	28.45	0	267.03	0	160.45	1.59	749.68	0.20	7.35	29.94
2004	294.44	30.39	0	266.65	0	168.05	1.77	761.31	0.20	7.39	29.78
2005	273.65	30.35	0	266.43	0	171.23	2.02	743.67	0.19	7.15	28.93
2006	274.13	29.61	0	264.60	0	179.15	2.25	749.73	0.19	7.15	28.25
2007	300.58	31.02	0	263.24	0	185.41	2.60	782.85	0.19	7.40	29.39
2008	304.07	30.71	0	262.05	0	196.51	3.20	796.54	0.19	7.47	29.80

Consumo de energía de los electrodomésticos

Electrodomésticos	Año	Consumo de energía (PJ)			Difusión (unidad/vivienda)	Existencia (stock)	Consumo por unidad (kwh/unidad)
		Electricidad	Otros	Total			
Refrigeradores / congeladores	2002	60.43	0	60.43	0.78	19.14	876.92
	2003	62.58	0	62.58	0.76	19.11	909.89
	2004	64.79	0	64.79	0.75	19.07	944.10
	2005	64.87	0	64.87	0.75	19.24	936.76
	2006	68.66	0	68.66	0.82	21.79	875.25
	2007	73.71	0	73.71	0.83	22.14	925.02
	2008	79.14	0	79.14	0.84	22.49	977.61
Lavadora de ropa	2002	5.55	0	5.55	0.58	14.22	108.46
	2003	5.43	0	5.43	0.58	14.55	103.57
	2004	5.30	0	5.30	0.58	14.90	98.91
	2005	6.34	0	6.34	0.60	15.38	114.48
	2006	6.75	0	6.75	0.66	17.59	106.56
	2007	6.33	0	6.33	0.59	15.70	112.02
	2008	5.94	0	5.94	0.52	14.02	117.76
T.V. / Entretenimiento en casa	2002	17.19	0	17.19	3.40	83.46	57.21
	2003	18.28	0	18.28	3.41	85.27	59.57
	2004	19.46	0	19.46	3.41	87.12	62.05
	2005	19.66	0	19.66	3.54	90.93	60.06
	2006	21.56	0	21.56	3.96	105.04	57.03
	2007	23.03	0	23.03	3.84	102.38	62.50
	2008	24.60	0	24.60	3.73	99.78	68.50
PC / Tecnologías de información y comunicación	2002	0.36	0	0.36	0.22	5.49	18.22
	2003	0.73	0	0.73	0.29	7.24	27.87
	2004	1.51	0	1.51	0.37	9.54	44.03
	2005	0.50	0	0.50	0.43	11.06	12.49
	2006	0.54	0	0.54	0.50	13.27	11.31
	2007	0.62	0	0.62	0.46	12.34	14.01
	2008	0.72	0	0.72	0.43	11.47	17.39

Electrodomésticos	Año	Consumo de energía (PJ)			Difusión (unidad/vivienda)	Existencia (stock)	Consumo por unidad (kwh/unidad)
		Electricidad	Otros	Total			
Otros electrodomésticos	2002	11.35	0	11.35			
	2003	12.18	0	12.18			
	2004	13.08	0	13.08			
	2005	11.76	0	11.76			
	2006	12.48	0	12.48			
	2007	12.32	0	12.32			
	2008	12.88	0	12.88			

Sector de generación de electricidad

SEN

Año	Consumo de energía (TJ)					Generación bruta de electricidad (GWh)					Eficiencia (%)				
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total
1990	666,351	159,666	76,044	0	902,061	62,142	14,460	7,774	0	84,376	33.57	32.60	36.80	-	33.67
1991	682,953	187,652	78,572	0	949,177	63,654	16,997	8,077	0	88,728	33.55	32.61	37.01	-	33.65
1992	668,744	174,018	81,388	0	924,150	62,789	16,428	8,318	0	87,535	33.80	33.99	36.79	-	34.10
1993	677,338	164,350	98,136	0	939,824	64,167	16,894	10,388	0	91,449	34.10	37.01	38.11	-	35.03
1994	807,397	198,551	121,849	0	1,127,797	77,348	19,319	12,992	0	109,659	34.49	35.03	38.38	-	35.00
1995	707,006	210,340	140,122	0	1,057,468	68,225	20,461	14,354	0	103,040	34.74	35.02	36.88	-	35.08
1996	728,455	215,193	170,540	0	1,114,188	70,740	21,121	17,648	0	109,509	34.96	35.33	37.25	-	35.38
1997	836,407	220,772	171,547	0	1,228,726	81,332	22,674	17,492	0	121,498	35.01	36.97	36.71	-	35.60
1998	923,113	261,374	176,112	0	1,360,599	89,664	26,835	17,828	0	134,327	34.97	36.96	36.44	-	35.54
1999	905,083	287,139	178,690	0	1,370,912	87,337	28,828	18,141	0	134,306	34.74	36.14	36.55	-	35.27
2000	979,747	363,517	183,055	0	1,526,319	93,913	36,777	18,547	0	149,237	34.51	36.42	36.47	-	35.20
2001	933,454	441,491	226,992	0	1,601,937	89,324	47,622	22,739	0	159,685	34.45	38.83	36.06	-	35.89
2002	802,631	565,206	264,102	0	1,631,939	76,299	64,740	25,680	0	166,719	34.22	41.24	35.00	-	36.78
2003	704,896	641,414	307,973	0	1,654,283	66,967	77,883	30,540	0	175,390	34.20	43.71	35.70	-	38.17

Año	Consumo de energía (TJ)					Generación bruta de electricidad (GWh)					Eficiencia (%)				
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total
2004	649,182	685,582	236,220	0	1,570,984	62,476	81,872	23,431	0	167,779	34.65	42.99	35.71	-	38.45
2005	637,817	663,315	327,454	0	1,628,586	61,316	79,414	32,450	0	173,180	34.61	43.10	35.68	-	38.28
2006	515,814	821,831	317,097	0	1,654,742	49,725	95,953	31,500	0	177,178	34.70	42.03	35.76	-	38.55
2007	483,705	913,785	314,264	0	1,711,754	47,421	108,687	31,329	0	187,437	35.29	42.82	35.89	-	39.42
2008	450,877	960,534	216,597	0	1,628,008	43,903	115,054	20,908	0	179,865	35.05	43.12	34.75	-	39.77
2009	417,007	971,861	294,825	0	1,683,693	40,381	121,731	29,059	0	191,171	34.86	45.09	35.48	-	40.88

Autoprodutores

Año	Consumo de energía (TJ)					Generación bruta de electricidad (GWh)					Eficiencia (%)				
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
1991	20,278	47,698	18,224	27,242	93,164	2,035	5,764	1,136	1,493	8,393	36.13	43.50	22.44	19.73	32.43
1992	21,193	50,236	18,364	33,652	102,252	2,052	6,179	1,201	2,109	9,489	34.86	44.28	23.54	22.56	33.41
1993	21,316	49,250	17,964	36,374	103,588	2,083	6,063	1,134	2,339	9,536	35.18	44.32	22.73	23.15	33.14
1994	22,312	50,493	18,794	34,652	103,939	2,202	6,289	1,247	2,331	9,867	35.53	44.84	23.89	24.22	34.18
1995	23,103	50,297	16,631	38,064	104,992	2,264	6,323	1,078	2,798	10,199	35.28	45.26	23.33	26.46	34.97
1996	25,846	45,549	13,246	29,789	114,430	2,544	5,639	827	1,711	10,631	35.43	44.57	22.48	20.68	33.45
1997	33,935	44,457	13,456	28,168	120,016	3,297	4,999	841	1,512	10,649	34.98	40.48	22.50	19.32	31.94
1998	35,562	42,325	12,993	30,495	121,375	3,388	4,822	800	1,757	10,767	34.30	41.01	22.17	20.74	31.94
1999	39,591	41,762	16,686	29,390	127,429	3,757	4,893	971	1,611	11,232	34.16	42.18	20.95	19.73	31.73
2000	44,650	40,402	15,461	31,678	132,191	4,280	4,687	885	1,672	11,524	34.51	41.76	20.61	19.00	31.38
2001	35,642	44,809	15,437	46,082	141,970	3,430	5,712	892	2,509	12,543	34.64	45.89	20.80	19.60	31.81
2002	27,261	63,987	15,121	46,770	153,139	2,543	7,869	866	2,477	13,755	33.58	44.27	20.62	19.07	32.34
2003	35,001	98,433	12,550	45,502	191,486	3,315	11,693	678	2,454	18,140	34.10	42.76	19.45	19.42	34.10
2004	55,074	122,994	8,602	46,623	233,293	5,657	14,953	769	2,515	23,894	36.98	43.77	32.18	19.42	36.87
2005	53,148	131,769	6,506	47,455	238,878	5,469	15,704	605	3,074	24,852	37.04	42.90	33.48	23.32	37.45
2006	52,925	132,047	4,566	41,834	231,372	5,548	16,012	430	2,332	24,322	37.74	43.65	33.90	20.07	37.84

Año	Consumo de energía (TJ)					Generación bruta de electricidad (GWh)					Eficiencia (%)				
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total
2007	57,029	127,967	4,488	47,157	236,641	5,930	15,808	408	2,363	24,509	37.43	44.47	32.73	18.04	37.29
2008	48,426	136,485	5,098	43,343	233,352	5,555	17,167	490	2,470	25,682	41.30	45.28	34.60	20.52	39.62
2009	52,017	132,244	4,409	47,334	236,004	5,364	16,740	463	2,718	25,285	37.12	45.57	37.80	20.67	38.57

Total

Año	Consumo de energía (TJ)					Generación bruta de electricidad (GWh)					Eficiencia (%)				
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Total
1990	666,351	159,666	76,044	0	902,061	62,142	14,460	7,774	0	84,376	32.48	32.60	36.80	-	33.67
1991	703,231	235,350	96,796	27,242	1,044,795	65,689	22,761	9,213	1,493	97,121	32.92	34.82	34.26	19.73	33.46
1992	689,937	224,254	99,752	33,652	1,031,143	64,841	22,607	9,519	2,109	97,024	33.37	36.29	34.35	22.56	33.87
1993	698,654	213,600	116,100	36,374	1,049,728	66,250	22,957	11,522	2,339	100,985	30.92	38.69	35.73	23.15	34.63
1994	829,709	249,044	140,643	34,652	1,238,048	79,550	25,608	14,239	2,331	119,526	32.63	37.02	36.45	24.22	34.76
1995	730,109	260,637	156,753	38,064	1,175,563	70,489	26,784	15,432	2,798	113,239	33.00	36.99	35.44	26.46	34.68
1996	754,301	260,742	183,786	29,789	1,228,618	73,284	26,760	18,475	1,711	120,140	31.99	36.95	36.19	20.68	35.20
1997	870,342	265,229	185,003	28,168	1,348,742	84,629	27,673	18,333	1,512	132,147	32.81	37.56	35.67	19.32	35.27
1998	958,675	303,699	189,105	30,495	1,481,974	93,052	31,657	18,628	1,757	145,094	31.97	37.53	35.46	20.74	35.25
1999	944,674	328,901	195,376	29,390	1,498,341	91,094	33,721	19,112	1,611	145,538	31.90	36.91	35.22	19.73	34.97
2000	1,024,397	403,919	198,516	31,678	1,658,510	98,193	41,464	19,432	1,672	160,761	31.61	36.96	35.24	19.00	34.90
2001	969,096	486,300	242,429	46,082	1,743,907	92,754	53,334	23,631	2,509	172,228	31.79	39.48	35.09	19.60	35.55
2002	829,892	629,193	279,223	46,770	1,785,078	78,842	72,609	26,546	2,477	180,474	30.04	41.54	34.23	19.07	36.40
2003	739,897	739,847	320,523	45,502	1,845,769	70,282	89,576	31,218	2,454	193,530	25.09	43.59	35.06	19.42	37.75
2004	704,256	808,576	244,822	46,623	1,804,277	68,133	96,825	24,200	2,515	191,673	34.74	43.11	35.59	19.42	38.24
2005	690,965	795,084	333,960	47,455	1,867,464	66,785	95,118	33,055	3,074	198,032	34.80	43.07	35.63	23.32	38.18
2006	568,739	953,878	321,663	41,834	1,886,114	55,273	111,965	31,930	2,332	201,500	34.99	42.26	35.74	20.07	38.46
2007	540,734	1,041,752	318,752	47,157	1,948,395	53,351	124,495	31,737	2,363	211,946	36.81	43.02	35.84	18.04	39.16
2008	499,303	1,097,019	221,695	43,343	1,861,360	49,458	132,221	21,398	2,470	205,547	35.66	43.39	34.75	20.52	39.75
2009	469,024	1,104,105	299,234	47,334	1,919,697	45,745	138,471	29,522	2,718	216,456	35.11	45.15	35.52	20.67	40.59

Sector servicios

Año	Energía consumida (PJ)								VA (miles de millones)			Intensidad Energética		
	Petróleo y derivados	Gas natural	Carbón y sus productos	Combust. Renov. & Desechos	Calor	Electricidad	Otros	Total de Energía consumida	2003 US\$ PPA	2003 MXN	2003 US\$	MJ/US\$PPA	MJ/MXN	MJ/US\$
1990	52.35	0.00	0	0	0	46.13	0.28	98.76						
1991	68.02	0.00	0	0	0	47.88	0.30	116.20						
1992	78.13	0.00	0	0	0	50.92	0.32	129.37						
1993	45.13	6.04	0	0	0	53.07	0.36	104.61	541.91	3691.91	390.45	0.19	0.03	0.30
1994	54.54	6.23	0	0	0	54.54	0.40	115.71	569.32	3878.67	410.20	0.20	0.03	0.32
1995	53.23	6.61	0	0	0	53.76	0.41	114.01	537.22	3659.98	387.07	0.21	0.03	0.33
1996	55.09	6.87	0	0	0	51.97	0.45	114.38	553.55	3771.21	398.84	0.21	0.03	0.32
1997	57.05	7.10	0	0	0	53.94	0.49	118.57	585.70	3990.25	422.00	0.20	0.03	0.31
1998	61.29	6.98	0	0	0	56.48	0.55	125.31	611.50	4166.06	440.59	0.20	0.03	0.32
1999	60.32	7.00	0	0	0	59.03	0.62	126.96	633.29	4314.50	456.29	0.20	0.03	0.31
2000	66.90	6.86	0	0	0	63.23	0.70	137.69	672.49	4581.52	484.53	0.20	0.03	0.32
2001	65.30	7.21	0	0	0	65.30	0.84	138.66	670.16	4565.70	482.86	0.21	0.03	0.32
2002	68.64	7.86	0	0	0	66.97	0.93	144.40	671.16	4572.49	483.58	0.22	0.04	0.33
2003	65.08	6.53	0	0	0	68.25	1.07	140.93	681.55	4643.27	491.06	0.21	0.03	0.32
2004	64.59	6.88	0	0	0	69.11	1.19	141.76	712.51	4854.17	513.37	0.20	0.03	0.31
2005	60.91	7.19	0	0	0	69.98	1.36	139.44	742.30	5057.17	534.84	0.19	0.03	0.29
2006	65.83	8.15	0	0	0	71.30	1.52	146.80	778.96	5306.88	561.24	0.19	0.03	0.29
2007	67.88	8.49	0	0	0	72.71	1.75	150.83	814.95	5552.08	587.18	0.19	0.03	0.29
2008	66.24	8.90	0	0	0	74.52	2.16	151.82	839.81	5721.49	605.09	0.18	0.03	0.28
2009	63.76	8.66	0	0	0	76.63	2.59	151.64	784.16	5342.32	505.82	0.19	0.03	0.30

Consumo de electricidad para iluminación

Consumo de electricidad (PJ)	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Iluminación	10.54	11.57	12.30	13.24	13.43	13.31
Otros usos	58.57	58.41	59.00	59.47	61.09	63.32
Total	69.11	69.98	71.30	72.71	74.52	76.63

Anexo 5. Abreviaturas, acrónimos y unidades de medida

Abreviaturas y acrónimos

ASA	Aeropuertos y Servicios Auxiliares
AIE	Agencia Internacional de Energía
A/A	Aire acondicionado
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
ANES	Asociación Nacional de Energía Solar
BD-ETAN	Base de Datos de Estadística de Transporte de América del Norte
CIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme, Naciones Unidas
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comisión Regulatoria de Energía
CONCAMIN	Confederación de Cámaras de la Industria de los Estados Unidos Mexicanos
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CGPMM	Coordinación General de Puertos y Marino Mercante
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT
DGTFM	Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, SCT
ECESI	Encuesta de consumo de energía en el sector industrial, SENER
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares, INEGI
ENOE	Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, INEGI
ENUT	Encuesta Nacional de Uso y Tiempo, INEGI
ETUP	Estadística de Transporte Urbano de Pasajeros, INEGI
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GEI	Gases de efecto invernadero
BOF	Hornos de oxígeno básico
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LASE	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PPA	Paridad de poder adquisitivo
PYMES	Pequeñas y medianas y empresas
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PIB	Producto Interno Bruto
PIE	Productores Independientes de Energía
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, CFE
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012
REPUVE	Registro Público Vehicular
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SENER	Secretaría de Energía
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

STE	Servicio de Transporte Eléctrico del D.F.
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SIE	Sistema de Información Energética
Sistecozome	Sistema de Transporte Colectivo de la Zona Metropolitana de Guadalajara
SITEUR	Sistema de Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara
SEN	Sistema Eléctrico Nacional

Unidades de medida

°C	Grados centígrados
C/TJ	Carbono por Terajoule
km	Kilómetro
kWh	Kilowatt-hora
MBtu	Millón de unidad térmica británica
m ²	Metros cuadrados
J	Joule
p-km	Pasajero-kilómetro
st	Tonelada corta
T	Tonelada
t-km	Tonelada-kilómetro
TRB	Tonelada Registrada Bruta
v-km	Vehículo-kilómetro
W	Watt

Bibliografía

- Aguayo, F. y Gallagher, K. P. *Economic Reform, Energy and Development: The Case of Mexican Manufacturing*. Energy Policy, México, 2005.
- AIE, OCDE y EUROSTAT. *Manual de Estadísticas Energéticas*. IEA/OECD, Francia, 2007.
- AIE. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. IEA/OECD, Francia, 2009.
- AIE. *Energy Balances of Non-OECD Countries*. IEA/OECD, Francia, 2009.
- AIE. *Energy Balances of OECD Countries*. IEA/OECD, Francia, 2009.
- AIE. *Energy Efficiency in the North American Existing Building Stock*. IEA/OECD, Francia, 2007.
- AIE. *Energy Efficiency Policy Recommendations*. IEA/OECD, Francia, 2008.
- AIE. *Energy Technology Transitions for Industry*. IEA/OECD, Francia, 2009.
- AIE. *Energy Use in the New Millennium*. IEA/OECD, Francia, 2007.
- AIE. *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*. IEA/OECD, Francia, 2007.
- AIE. *Transport, Energy and CO₂*. IEA/OECD, Francia, 2009.
- AIE. *Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency. Key Insights from IEA Indicator Analysis*. IEA/OECD, Francia, 2008.
- Aldrich, R., Llauro, F. X., Mutjé, P. y Pèlach, M. À. *Los Sistemas de Gestión de Emisiones y Energía como Primer Punto de Prevención para la Reducción de Emisiones de CO₂*. CIAFICYP, México, octubre 2008.
- Asia Pacific Energy Research Centre. *A study of Energy Efficiency Indicators for Industry in APEC Economies*. APEC, Japón, marzo 2000.
- Atkinson, A. y Kehoe, P. J. *Models of Energy Use: Putty-Putty versus Putty-Clay*. The American Economic Review, Estados Unidos, septiembre 1999.
- Aydinalp, M. y Ugursal, V.I. *Comparison of Neural Network, Conditional Demand Analysis, and Engineering Approaches for Modeling End-use Energy Consumption in the Residential Sector*. Elsevier Ltd., 2006.
- Aydinalp, M., Ugursal, V.I. y Fung, A. S. *Modeling of the Appliance, Lighting, and Spacecooling Energy Consumptions in the Residential Sector Using Neural Networks*. Elsevier Ltd., noviembre 2001.
- Banco Mundial. *Energy Policies and the Mexican Economy*. Estados Unidos, enero 2004.

Bancomer. *Situación Inmobiliaria*. Servicio de Estudios Económicos BBVA-Bancomer, México, enero 2009.

Base de Datos de Transporte de América del Norte. México, Estados Unidos y Canadá.

Bhattacharyya, S. C. y Timilsina, G. R. *Energy Demand Models for Policy Formulation*. Banco Mundial, marzo 2009.

Bigano, A., Bosello, F. y Marano, G. *Energy Demand and Temperature: A Dynamic Panel Analysis*. Fondazione Eni Enrico Mattei, Italia, septiembre 2006.

Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics. *Australian Transport Statistics. Yearbook 2009*. Australia, 2009.

Bureau of Transportation Statistics. *National Transportation Statistics*. Estados Unidos, 2009.

Calderón, F. R. y Calderón, S. E. *Gas licuado*. Fundación Rafael Preciado Hernández, A.C., febrero 2006.

CAMIMEX. *La Industria Minera de México, Retos y Oportunidades*. México, 2009.

CFE. *Informe de Sustentabilidad 2008*. México, 2009.

CFE. *Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) (varios años)*. México.

CMIC. *Panorama Actual de la Industria de la Construcción*. México, 2010.

CONAE. *Ahorro de Energía en el Hogar*. SENER, México, abril 2008.

CONAGUA. *Ahorro y Uso Eficiente de Energía Eléctrica*. México, 2009.

CONAPO. *La Situación Demográfica de México*. México, septiembre 2009.

Consejo Mundial de Energía y ADEME. *Eficiencia Energética: Estudio Mundial. Indicadores, Políticas, Evaluación*. Reino Unido, julio 2004.

CONUEE, CRE y GTZ. *Estudio sobre Cogeneración en el Sector Industria en México*. SENER, México, diciembre 2009.

CRE. *Permisos de Generación e Importación de Energía Eléctrica*. México, mayo 2010.

De Buen Rodríguez, O. *La Importancia del Consumo de Energía en Inmuebles no Residenciales en México y su Evidente Subestimación en las Estadísticas Nacionales*. Transición energética, México, noviembre 2006.

De la Madrid Cordero, E. *La Situación de la Industria de la Celulosa y el Papel en el Mundo*. Financiera Rural, México, 2008.

DEFRA. *Energy Efficiency: DEFRA Paper on Energy Projections for the Service Sector*. Reino Unido.

Dellaert, F. *The Expectation Maximization Algorithm*. Georgia Institute of Technology, febrero 2002.

Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. *Energy Use in the Australian Residential Sector 1986-2020*. Commonwealth of Australia, Australia, 2008.

EUROSTAT. *Panorama of Transport*. Comisión Europea, Lucemburgo, 2009.

Gobierno del Distrito Federal. *Estrategia local de acción climática del Distrito Federal*. México, julio 2004.

Greenpeace México. *Guía de Ahorro de Energía*. México, marzo 2007.

Horta, L. A. *Indicadores de Políticas Públicas en Materia de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe*. CEPAL y GTZ, Chile, mayo 2010.

Hourcade, J., Jaccard, M., Bataille, C. y Gherzi, F. *Hybrid Modeling: New Answers to Old Challenges Introduction to the Special Issue of The Energy Journal*. IAEE, 2006.

IAEA, UNDESA, AIE, EUROSTAT y EEA. *Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible: Directrices y Metodologías*. IAEA, Austria, julio 2008.

IMIQ. *Retos y Propuestas para el Desarrollo Industrial en México*. México, octubre 2006.

INE. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. SEMARNAT, México, 2005.

INEGI. *Censos Económicos*. México, 1999, 2004 y 2009.

INEGI. *Encuesta Anual a Empresas Constructoras*. México.

INEGI. *Encuesta Anual de Transporte*. México.

INEGI. *Encuesta Anual del Comercio*. México.

INEGI. *Encuesta Industrial Anual*. México.

INEGI. *Encuesta Industrial Mensual*. México.

INEGI. *Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales*. México.

INEGI. *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (varios años)*. México.

INEGI. *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. México.

INEGI. *Encuesta Nacional de Uso y Tiempo*. México, 2002.

INEGI. *Estadística de Transporte Urbano de Pasajeros*. México.

INEGI. *Estadísticas de Vehículos de Motor Registrados en Circulación*. México.

INEGI. *La industria Automotriz en México*. México, 2008.

- Instituto Fraser. *Encuesta de Compañías Mineras 2008-2009*. Canadá, marzo 2009.
- Jaimes Lezama, E. *Política de innovaciones tecnológicas en el sector agrícola mexicano, 1990-2006*. Tesis de Maestría en Ciencias en Política y Gestión del Cambio Climático, IPN, México, junio 2007.
- Johnson, T. M., Alatorre, C., Romo, Z. y Liu, F. *México: Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono*. Banco Mundial, Colombia, 2009.
- Larraín Vial, S. A. *Aplicación Metodológica para la determinación del desempeño energético en hoteles*. Cámara Chilena de la Construcción, Chile, diciembre 2007.
- Ley de Aviación Civil*. DOF, México, julio 2006.
- Ley de Navegación y Comercio Marítimos*. DOF, México, junio 2006.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*. DOF, México, diciembre 1993.
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*. DOF, México, noviembre 2008.
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*. DOF, México, noviembre 2008.
- Mantzos, L. y Capros, P. *European Energy and Transport. Scenarios on Energy Efficiency and Renewables*. Comisión Europea, Bélgica, julio 2006.
- Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba*. DOF, México, agosto 2008.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. DOF, México, diciembre 2008.
- OCDE Dirección de Medio Ambiente. *Environmental Outlook for the Chemicals Industry*. OCDE, Francia, 2001.
- PEMEX. *Estrategia de Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos*. México, enero 2009.
- PEMEX. *Estrategia para Optimizar el Uso de la Energía Eléctrica en Petróleos Mexicanos*. México, 2008.
- PEMEX. *Macroprocesos de Logística, Transporte y Distribución*. México, noviembre 2009.
- PEMEX. *Memoria de Labores (varios años)*. México.
- PEMEX. *Situación Actual y Futura de Pemex Refinación*. México, abril 2008.
- Pout, C. *Understanding Energy Use in the Service Sector*. BRE, Reino Unido, octubre 2008.
- PROFECO. *Reporte Especial: Gas natural y LP*. Revista del Consumidor, México, junio 2009.

Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía. DOF, México, enero 2009.

Programa Nacional de Desarrollo Portuario 2007-2030. DOF, México, enero 2008.

Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012. DOF, México, noviembre 2009.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes. DOF, México, 2007.

Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, 2007-2012. DOF, México, 2007.

Programa Sectorial de Energía 2007-2012. DOF, México, 2007.

Proméxico. *La Industria Automotriz.* SE, México, 2009.

Recursos Naturales Canadá. *Transportation End-Use Model Overview.* Canadá, enero 2008.

Reglamento de la Ley de Navegación. DOF, México, abril 2005.

Reglamento de la Ley de Puertos. DOF, México, agosto 2000.

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. DOF, México, septiembre 2009.

Robles Berlanga, H. *El Sector Rural en el Siglo XXI. Un Mundo de Realidades y Posibilidades.* Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, Cámara de Diputados, México, noviembre 2007.

Rowe, L. et al. *Análisis de Mercado para la Aplicación de Tecnologías de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Hoteles en México, y Mercado Potencial para el Sector Financiero.* IPSE, Transenergie, México, junio 2009.

SCT e IMT. *El Transporte Aéreo de Carga en México, 1992-1996.* IMT, Publicación técnica No. 124, México, 1999.

SCT e IMT. *Estudios Estadísticos de Campo del Autotransporte Nacional (varios años).* México.

SCT e IMT. *Manual Estadístico del Sector Transporte (varios años).* México.

SCT. *Anuario Estadístico (varios años).* México.

SCT. *Anuario Estadístico Ferroviario (varios años).* México.

SCT. *Anuarios Estadísticos de Movimiento Portuario 2005-2009.* México.

SCT. *Anuarios Estadísticos de Transporte Marítimo 2007-2008.* México.

SCT. *Estadística Aérea Operacional.* México, 2009 y 2010.

SCT. *Estadística Mensual Operativa (varios años).* México.

SCT. *Estadística Mensual por Empresa (varios años)*. México

SCT. *Estadísticas de Bolsillo (varios años)*. México.

SCT. *Estadísticas Mensuales de Movimiento Portuario (varios años)*. México.

SCT. *Indicadores Mensuales SCT (varios años)*. México

SCT. *La Aviación Mexicana en Cifras, 1989-2008*. México, 2009.

SCT. *Principales Estadísticas del Sector (varios años)*. México.

SE. *Diagnóstico y Estrategias para la Atracción de Inversiones y Operaciones a México*. BCG, México, octubre 2009.

SENER y AIE. *Encuesta sobre el consumo de combustible en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad*. México, 2010.

SENER y PEMEX. *Diagnóstico: Situación de Pemex*. México, 2008.

SENER, KFW group y BM. *Proyecto de Eficiencia Energética. Evaluación social e indígena*. México, 2010.

SENER. *Balance Nacional de Energía (varios años)*. México.

SENER. *Estrategia Nacional de Energía*. México, febrero 2010.

SENER. *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo (varios años)*. México.

SENER. *Prospectiva del Mercado de Gas Natural (varios años)*. México.

SENER. *Prospectiva del Mercado de Petróleo Crudo (varios años)*. México.

SENER. *Prospectiva del Mercado de Petrolíferos (varios años)*. México.

SENER. *Prospectiva del Mercado del Sector Eléctrico (varios años)*. México.

SHF y CIDOC. *Estado Actual de la Vivienda en México 2009*. SHF y CIDOC, con la colaboración de CONAVI, SEDESOL, INFONAVIT, FOVISSSTE, HIC, UNAM, Fundación ICA, CEPAL y Estudios Económicos BBVA-Bancomer, México, septiembre 2009.

Studer Noguez, M. *El TLCAN y la Industria Automotriz en México: Hacia la Armonización de los Estándares Ambientales en América del Norte*. Tercer Simposio de América del Norte sobre Evaluación de los Efectos Ambientales del Comercio, Canadá, 2005.

Suvilehto, H. M. y Bowie, R. *Potentials for Energy Efficiency in the Swedish Commercial and Service Sector by End-use Forecasting using Excel and EPRI-COMMEND*. ECEE summer study, Mandelieu, Francia, 1995.

Swan, L. G. y Ugursal, V. I. *Modeling of End-use Energy Consumption in the Residential Sector. A Review of Modeling Techniques*. Elsevier Ltd., septiembre 2008.

Transport Canada. *Transportation in Canada 2006*. Canadá, 2006.

UNECE. *Handbook on Statistics on Road Traffic. Methodology and Experience*. Naciones Unidas, Génova, junio 2007.

UNEP. *Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico*. Naciones Unidas, Francia, 2009.

Universidad del Atlántico y Universidad Autónoma de Occidente. *Ahorro de Energía en la Industria del Papel*. UPEME y Colciencias, Colombia, 2008.

Van Benthem, A. y Romani, M. *Fuelling Growth: What Drives Energy Demand in Developing Countries*. The Energy Journal, IAEE, 2009.

Vicencio Miranda, A. *La Industria Automotriz en México. Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas*. UNAM, México, 2007.

Worrel, E., Phylipsen, D., Einstein, D. y Martin, N. *Energy Use and Energy Intensity of the U.S. Chemical Industry*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Estados Unidos, abril 2000.

Worrel, E., Price, L. , Neelis, M., Galitsky, C. and Nan, Z. *Intensity Values for Selected Industrial Sectors*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Estados Unidos, febrero 2008.



British Embassy
Mexico City



GOBIERNO
FEDERAL

SENER