



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**"EL CONSUMO FUTURO DE GAS NATURAL
PARA USO INDUSTRIAL, DOMÉSTICO
Y DE TRANSPORTE EN MÉXICO,
(MODELO ECONOMÉTRICO 1997-2010)"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

MARÍA DE LOURDES ROMO MÉNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: LIC. JAVIER HUERTA RAMÍREZ

MÉXICO

1998



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

267175



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

*Dedico este trabajo a mi Madre
y mi mas profundo agradecimiento
por su dedicación y apoyo.*

*Agradezco a Dios por haberme
permitido culminar esta meta.*

*Agradezco a mis hermanos por ser el ejemplo
y base de mi formación profesional.*

*Un sincero agradecimiento al
Profesor Javier Huerta Ramírez por su
colaboración y dirección de este trabajo.*

*Mi reconocimiento al Profesor Edze Kieft Mulder
por su cooperación en la elaboración del modelo matemático.*

*A todos los profesores de la carrera de Economía
y en especial a los profesores del sínodo
por compartir sus conocimientos.*

*Gracias al Ing. Pedro Rivera Martínez
y al Lic. Julio César Aguilar Méndez por brindarme
la oportunidad de colaborar en la AEEI del IMP
y hacer posible la realización de este trabajo.*

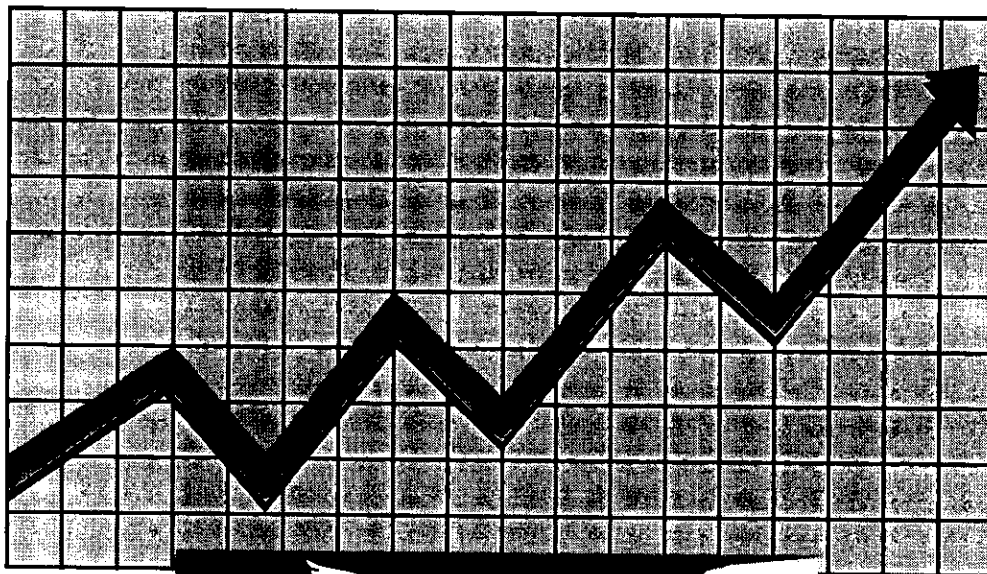
*Mi infinita gratitud a Tere Robertz
por su apoyo y amistad.*

*A todos mis compañeros de la AEEI que de alguna
manera me han apoyado y en especial a la Lic. Lina Tavera Sánchez
y Lic. Marco Antonio Gachuz Maya
por su valiosa ayuda en la elaboración de este trabajo.*

Mi respeto y gratitud.

*Ami querida maestra de Inglés
Silvia Flores Quijas
quien ha sido parte importante
en mi formación profesional.*

**“EL CONSUMO FUTURO DE GAS NATURAL
PARA USO INDUSTRIAL, DOMÉSTICO Y DE
TRANSPORTE EN MÉXICO,
(MODELO ECONOMETRICO 1997-2010)”**



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

| | |
|--|---------------|
| CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA..... | 1 |
| 1.1 LA TEORÍA NEOLIBERAL..... | 1 |
| 1.1.1 PRINCIPALES APORTACIONES ECONÓMICAS..... | 5 |
| 1.2 ANTECEDENTES DEL NEOLIBERALISMO..... | 6 |
| 1.2.1 LA TEORÍA CLÁSICA..... | 8 |
| 1.2.2 LA TEORÍA NEOCLÁSICA..... | 10 |
| 1.2.3 LA TEORÍA MONETARISTA..... | 12 |
| 1.3 POLÍTICA ECONÓMICA..... | 12 |
| 1.3.1 EFECTOS DE POLÍTICA ECONÓMICA..... | 13 |
| 1.3.2 MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA..... | 15 |
| 1.3.3 DESINCORPORACIÓN PÚBLICA..... | 18 |
| 1.3.4 GLOBALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA..... | 19 |
| 1.4 PERFIL SECTORIAL DE LA ENERGÍA..... | 21 |
| 1.4.1 ESTRUCTURA DE LOS SEGMENTOS..... | 25 |
| 1.4.2 IMPORTANCIA DEL GAS NATURAL..... | 27 |
| 1.4.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES..... | 31 |
| 1.4.3.1 ENTORNO ECONÓMICO..... | 33 |
| 1.4.3.2 PLANES Y PROGRAMAS..... | 33 |
| CAPÍTULO 2. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL CONSUMO DE GAS NATURAL PARA USO INDUSTRIAL, DOMÉSTICO Y DE TRANSPORTE 1990-1996..... | 37 |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MERCADO..... | 37 |
| 2.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO INDUSTRIAL..... | 40 |
| 2.3 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO DOMÉSTICO..... | 49 |
| 2.4 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO DE TRANSPORTE..... | 55 |
| 2.5 ANÁLISIS DE PRECIOS DEL GAS NATURAL..... | 62 |

| | |
|---|------------|
| CAPITULO 3. BASES DEL MODELO ECONOMÉTRICO..... | 70 |
| 3.1 DEFINICIÓN DE MODELO ECONOMÉTRICO..... | 70 |
| 3.1.1 BASES Y FIN DEL MODELO..... | 72 |
| 3.2 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL MODELO..... | 73 |
| 3.3 RIESGO DEL USO DEL GAS NATURAL..... | 86 |
| 3.4 ESCENARIOS PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA PARA USO INDUSTRIAL, DOMÉSTICO Y DE TRANSPORTE..... | 90 |
| 3.4.1 ESCENARIO 1..... | 90 |
| 3.4.2 ESCENARIO 2..... | 91 |
| 3.4.3 ESCENARIO 3..... | 91 |
| | |
| CAPÍTULO 4. CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DEL MODELO..... | 93 |
| 4.1 PRINCIPALES VARIABLES Y SUPUESTOS DEL MODELO..... | 93 |
| 4.2 ESQUEMA DEL MODELO..... | 104 |
| 4.3 CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DEL MODELO..... | 107 |
| | |
| CAPÍTULO 5. PROYECCIÓN DEL MODELO 1997-2010..... | 118 |
| 5.1 INTERPRETACIÓN DEL MODELO..... | 118 |
| 5.2 RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN..... | 120 |
| | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 138 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 144 |
| ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICAS, DIAGRAMAS, MAPAS Y FIGURAS..... | 153 |

CAPITULO 1

MARCO DE REFERENCIA

El estudio sugerido para este capítulo permite hacer una clara identificación de cuales han sido los factores que han propiciado el desarrollo de la industria del gas natural, iniciándolo con el análisis del establecimiento del modelo neoliberal en México y sus antecedentes; asimismo, los principales efectos de la aplicación de esta política, desembocándola en los cambios al Artículo 27 constitucional, que permite la inversión privada en la producción de petroquímica secundaria, en la generación de energía y la participación en la distribución, transporte y comercialización del gas natural, el cual es la parte medular de esta tesis.

Posteriormente, este capítulo presenta la participación del gas natural en el abastecimiento energético mundial, así como las posibles fuentes energéticas alternativas en el consumo futuro de energía; para después continuar con este marco de referencia con un breve análisis de los principales participantes nacionales en esta industria, subsecuentemente se destaca la importancia del gas natural, al considerarlo como una fuente energética altamente conveniente por tratarse de un combustible más amigable al medio ambiente, analizando sus características principales y la gran diversificación de las actividades en las que puede ser empleado.

Una vez establecido todo lo anterior, para finalizar este capítulo se consideró conveniente incluir un apartado para precisar los planes y programas que se desprenden de esta industria, a partir del Programa de Desarrollo Energético 1995-2000; destacando el fomento del uso de gas natural en la industria, el comercio y los hogares, mediante la el desarrollo de una infraestructura acorde a las necesidades.

1.1 LA TEORÍA NEOLIBERAL

Para iniciar con la presentación de este apartado se considera necesario en primer instancia ofrecer una definición a cerca del "NEOLIBERALISMO":

“Forma moderna del liberalismo que permite una intervención limitada del Estado en los terrenos jurídico y económico”¹

Una vez entendido éste término, proseguiremos a una presentación más formal y completa para comprender con mayor facilidad lo que nos aporta a la ciencia económica el Modelo Neoliberal.

El primer indicio lo podemos ubicar en las prácticas que tratan de dar respuesta a los desequilibrios surgidos a raíz de la crítica situación a finales de la década de los años setenta y principio de los ochenta. Algunos países, especialmente los del Cono Sur, han buscado enfrentar sus crisis económicas, siguiendo los dictados instrumentales del monetarismo liberal.

“Perdido el impulso del desarrollismo, perdida la creatividad cepalina y puesta en evidencia la incapacidad orgánica de aquella burguesía industrial para realizarse a sí misma al aceptar el papel del socio subordinado en el proceso de transnacionalización, los años 70’s fueron la antesala a la llamada década pérdida, en la que comienzan las primeras experiencias de política económica neoliberal y la deuda externa crece rápidamente para desembocar en el estallido de 1982.”²

Sin embargo, podemos afirmar que el surgimiento es al finalizar la Segunda Guerra Mundial:

“El neoliberalismo nació después de la Segunda Guerra Mundial, en una región de Europa y América del Norte donde imperaba el capitalismo. Fue una reacción teórica y

¹ Diccionario Pequeño LAROUSSE, Ed. Larousse, 1995, p. 611.

² Varios autores. “Neoliberalismo, Reforma y Revolución en América Latina”, Ed. Rodel, 1994, p. 42.

política vehemente contra el Estado intervencionista y de bienestar. Su texto de origen es camino a la servidumbre, de Friedrich Hayek, en 1944".³

Tres años después, en 1947, cuando las bases del Estado del bienestar en la Europa de posguerra efectivamente se constituían, no sólo en Inglaterra, sino en otros países, Hayek convocó a quienes compartían su orientación ideológica a una reunión en Mont Pelerín, Suiza. Entre la asistencia se encontraban Milton Friedman, Karl Popper, Lionel Robbins, Ludwig Von Mises, Walter Lippman, Michael Polanyi y Salvador de Madariaga, fundando la Sociedad de Mont Pelerín, la cual sostenía reuniones internacionales cada dos años, con el objetivo de combatir el keynesianismo y el solidarismo reinantes, y preparar las bases de otro tipo de capitalismo, duro y libre de reglas para el futuro, argumentando que el capitalismo promovido por el Estado de bienestar, destruía la libertad de los ciudadanos y la vitalidad de la competencia, de la cual dependía la prosperidad de todos; además, que la desigualdad era el valor positivo, de la que precisaban las sociedades occidentales. Este mensaje siguió siendo teórico por más o menos 20 años.

La llegada de la gran crisis del modelo económico de posguerra, en 1973, cuando todo el mundo capitalista avanzado cayó en una larga y profunda recesión; para lograr la hegemonía de este programa se esperó aproximadamente una década, y en 1979, en Inglaterra, fue elegido el gobierno Thatcher, el primer régimen de un país capitalista avanzado públicamente empeñado en poner en práctica el programa neoliberal. Un año después, en 1980, Reagan llegó a la presidencia de los Estados Unidos.

En 1982, Kohl derrotó al régimen social-liberal de Helmut Schmidt en Alemania, en Dinamarca durante 1983 el modelo del bienestar escandinavo cayó bajo el control de una coalición clara de derecha con el gobierno de Schluter, siguiendo a todo esto una onda de derechización; siendo los años 80's los que vieron el triunfo más o menos incontrastado de la ideología neoliberal en esta región del capitalismo avanzado.

³ Viento del Sur No. 6 Primavera 1996, "Balance del Neoliberalismo: Lecciones para la Izquierda", Anderson Perry, p. 37.

”Se llama Neoliberal porque intenta retomar las viejas ideas clásicas y neoclásicas del siglo pasado, de la no intervención del Estado, y adoptar sus conceptualizaciones a la crisis mundial de los ochenta, siguiendo sus principios más fieles ó más ortodoxos; pero dentro de tales puntos el más significativo y común es el insistente seguimiento de la llamada “Teoría monetarista de la moneda” que le atribuye al exceso de dinero el papel central responsable de la inflación”.⁴

Las primeras acciones de los gobiernos pioneros del neoliberalismo, como Inglaterra, fueron: a) Elevar las tasas de interés, b) bajar drásticamente los impuestos sobre los ingresos altos, c) abolición de los controles sobre los flujos financieros, d) fomentación de desempleo masivo, e) aplastamiento de huelgas, f) imposición de una nueva legislación antisindical y g) la disminución de los gastos sociales.

Y finalmente se lanzaron a un amplio programa de privatización comenzando con la vivienda pública y pasando enseguida a industrias básicas como el acero, la electricidad, el petróleo, el gas y el agua; siendo este programa el más sistemático y ambicioso de todas las experiencias neoliberales en los países del capitalismo avanzado.

Todos estos aspectos (deflación, ganancias, desempleo y salarios), que el programa neoliberal mostró realista y obtuvo éxito, se establecieron como medidas que habían sido concebidas como medios para alcanzar un fin histórico, o sea, la reanimación del capitalismo avanzado mundial.

A la entrada del presidente Clinton, el proyecto neoliberal continúa demostrando una viabilidad impresionante. La primera prioridad del presidente fue reducir el déficit presupuestario, y la segunda fue adoptar una legislación draconiana y regresiva contra la delincuencia. Otra muestra de la viabilidad fue la caída del comunismo en Europa Oriental y en la Unión Soviética, entre 1989 y 1991.

⁴ Diccionario Pequeño Larousse. Ob. Cit. p. 611.

La aparición del impacto del triunfo neoliberal tardó en sentirse en América Latina, iniciado por Chile, el cual bajo el gobierno de Pinochet inició una dura desregularización, desempleo masivo, represión sindical, redistribución de la renta a favor de los ricos, y privatización de los bienes públicos; seguido por Perú, Argentina y Venezuela. Para México la presencia del neoliberalismo se vio firmemente personalizada al inicio de la presidencia de Miguel de la Madrid en 1982, y seguido por la de Carlos Salinas, en 1988.

“El modelo neoliberal que impera en México ha sido implantado por el gobierno estadounidense por medio del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial, (BM) instituciones que también supervisan y certifican nuestro desarrollo político. No es una formula fácil de romper con esa imposición, de la voluntad política prevaleciente.”⁵

Actualmente, en Asia en particular, la economía de la India comienza, a ser adaptado el paradigma liberal, y hasta el mismo Japón no está inmune a las presiones norteamericanas:

“El proyecto o “paquete neoliberal “ impulsado por el FMI, está fuertemente asociado al plano de recuperación hegemónica y de reestructuración global impulsado por los sectores dominantes de Estados Unidos” ...⁶

1.1.1 PRINCIPALES APORTACIONES ECONÓMICAS

Las aportaciones de esta teoría las podemos esquematizar de la siguiente manera:

- Reducción del gasto público.
- Eliminación del déficit presupuestal, en consecuencia todo tipo de subsidios.

⁵ El Financiero, 11 de Septiembre, 1997, Fernando Pescador.

⁶ Valenzuela Feijóo, José, “Crítica al Modelo Neoliberal”, UNAM, 1991, p. 23.

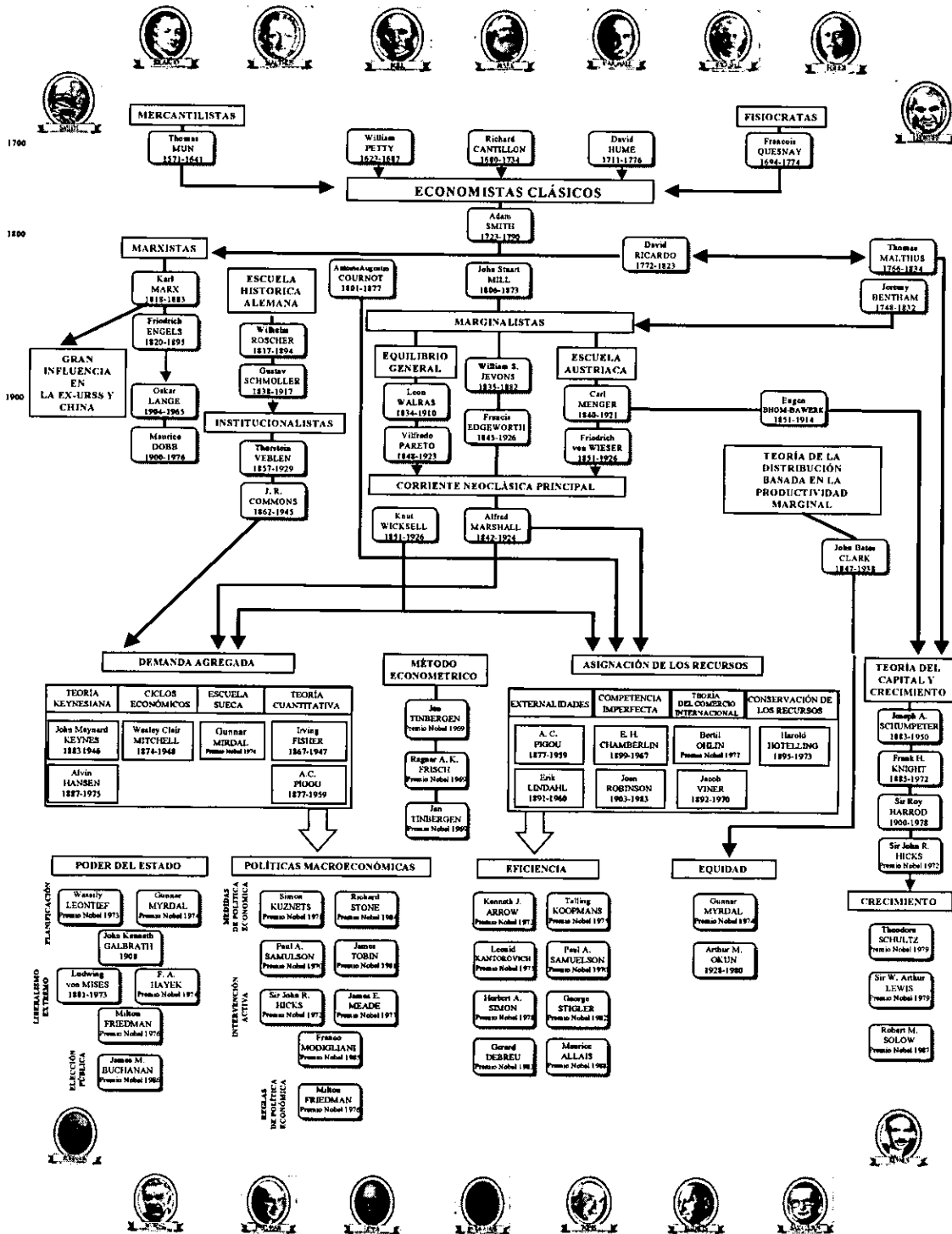
- Reducción del tamaño del Estado: despido masivo de burócratas a quienes se considera altamente negativos y privatización de empresas paraestatales. El neoliberalismo pretende reprivatizar al Estado para reducirlo todo al imperio del derecho natural que hace posible que la oferta y la demanda sean los principios rectores de un mercado libre en el sentido de un estado de naturaleza.
- Mayor libertad económica para los empresarios, banqueros, industriales y comerciantes, lo que quiere decir que deben eliminarse todo tipo de controles (menor intervención del Estado en la economía). Es decir se vuelve al liberalismo económico de dejar hacer, dejar pasar.
- Eliminación del control de precios, que no se limiten las ganancias.
- Desde el ángulo del sector externo se recomienda la apertura total e indiscriminada a la inversión extranjera y a las mercancías provenientes del exterior; lo que implica un gobierno sumiso a la inversión extranjera.
- Una política cambiaria altamente flexible que permita que entren y salgan libremente los capitales nacionales y extranjeros sin intervención por parte del Estado.

1.2 ANTECEDENTES DEL NEOLIBERALISMO

Las diferentes doctrinas han asignado determinados papeles al Estado dentro de sus perspectivas analíticas por lo que, dentro de este apartado analizaremos algunas de ellas, sucesoras al neoliberalismo, sus principales aportaciones y exponentes (ver diagrama No. 1.1).

Diagrama No. 1.1

CLASIFICACIÓN DE LA TEORÍA ECONÓMICA



Fuente: Elaboración propia, con base a póster cortesía de McGraw-Hill.

1.2.1 LA TEORÍA CLÁSICA

Desde el mundo clásico donde el Estado (El Estado Policía) era supeditado a protagonizar al agente policía que vigila el ejercicio de las libres fuerzas del mercado, la teoría económica de libre mercado postula que el sistema económico tiende a un “equilibrio natural” con ocupación plena, el cual es guiado por la mano invisible de un individualismo utilitario y egoísta pero “socialmente benefactor”.

Adam Smith, principal exponente de esta teoría, en su libro “Naturaleza y Causa de la Riqueza de las Naciones” escribe:

...”Ahora bien, como cualquier individuo pone todo su empeño en emplear su capital para sostener la industria doméstica, y dirigirla a la consecución del producto que rinde más valor... Ninguno se propone, por lo general, promover el interés público, ni sabe hasta que punto lo promueve, cuando prefiere la actividad económica de su país a la extranjera, únicamente considera su seguridad ...sólo piensa en su ganancia propia; pero en éste como en otros muchos casos, es conducido por una Mano Invisible a promover un fin que no entraba en sus intenciones,... pues al perseguir su propio interés promueve el de la sociedad de una manera más efectiva que si esto entrara en su designio”...⁷

De esta manera, mencionaba Adam Smith, un individuo al buscar su propio beneficio en un sistema económico de dejar hacer y dejar pasar (“laissez faire, laissez passer”) lograba además de una óptima asignación de los recursos y la maximización del beneficio de la colectividad, la garantía de la ocupación plena.

⁷ El Economista Mexicano, Vol. XVII. Número 3, Impresiones de la Rosa, 1983, Villarreal, René, p. 18.

”Todo hombre, con tal de que no viole las leyes de la justicia, debe quedar en perfecta libertad para perseguir su propio interés como le plazca, dirigiendo su actividad e invirtiendo sus capitales en concurrencia con cualquier otro individuo o categoría de persona.”⁸

El sistema de precios es, para los clásicos, el “mecanismo de ajuste económico”, a cualquier desequilibrio eventual. El desempleo se elimina mediante la flexibilidad de los salarios - el precio del trabajo -, y en caso que éste continuara, se le denominaría desempleo “voluntario”, lo cual quiere decir que, a la tasa de salarios prevaleciente en el mercado, el trabajador no estará dispuesto a emplearse.

De acuerdo al principio del economista francés Juan Batista Say, que establece que el precio de la demanda global en su conjunto (la suma de salarios, rentas y utilidades) es igual al valor de la producción total y, por lo tanto, es suficiente para comprar toda la oferta, se deriva la creencia de que el proceso productivo por sí mismo da la oportunidad de que todas las personas y recursos sean plenamente empleados. Esto es, la oferta crea su propia demanda.

El problema monetario para los clásicos perdía la importancia que le habían dado antes los mercantilistas. Para esta teoría el dinero no era más que un simple medio para facilitar los cambios. Su abundancia o su escasez importaban poco. Y con base en la teoría cuantitativa del dinero, el nivel de precios es proporcional a la cantidad de dinero en circulación.

La política económica que se deriva de la teoría clásica se puede resumir en cuatro puntos:

- El Estado, está confinado a desempeñar un papel pasivo como agente económico: el de agente guardián y policía.
- El desarrollo del individualismo lleva al crecimiento y desarrollo “óptimo” de la sociedad, pues a través del libre juego del mercado, la competencia perfecta se encarga de eliminar a los menos eficientes y sólo sobreviven los más capaces.

⁸ Enrique Padilla Aragón, con base en Smith. Adam, Naturaleza y Causa de la Riqueza de las Naciones, Ed. FCE, 1958, libro IV, p. 612.

- El libre juego del sistema de precios de mercado lleva al desarrollo “justo” de la sociedad, al distribuir el ingreso entre capitalistas, terratenientes y trabajadores de acuerdo a sus productividades marginales o aportaciones a la sociedad.
- A nivel internacional, la política de libre comercio, bajo el patrón oro, lleva a aumentar las ganancias del intercambio para todos los países y finalmente a elevar el bienestar económico mundial.

...”La naturaleza del intervencionismo estatal en tiempo del capitalismo se transformó con la existencia del Estado liberal. Este permitió acabar con las reminiscencias restrictivas impuestas por el Estado Absolutista, que eran de procedencia feudal. La forma clásica de este Estado liberal se desarrolló sobre todo en Inglaterra, desde mediados del siglo XVIII hasta la crisis mundial de 1929-1932”...⁹

1.2.2 LA TEORÍA NEOCLÁSICA

Los Neoclásicos o también llamados “Teóricos de la Utilidad Marginal” surgen en la segunda mitad del siglo XIX. Los fundadores de esta corriente fueron Herman Heinrich Gossen, William Stanley Jevons, Carl Menger, seguidos por Alfred Marshall, Wilfredo Pareto, y F. Von Weiser, entre otros.

La escuela se caracteriza por la elaboración de sistemas teóricos microeconómicos para explorar las condiciones de equilibrio estático. Con frecuencia sus análisis toman la forma de estudios comparativos de estados de equilibrio anacrónicos, en el sentido de que no exploran la dinámica del sistema económico.

⁹ El Economista Mexicano, Ob. Cit. Ramírez Brun Ricardo, “Elementos para una Teoría del Estado Económico”, 1983, p. 26.

Las principales contribuciones teóricas de esta corriente, las podemos citar de la siguiente manera:

- “Teoría Subjetiva del Valor basado en la utilidad y escasez.
- Teoría de la Utilidad Marginal.
- Teoría de la Formación de los Precios (Oferta - Demanda).
- Teoría del Equilibrio Parcial.
- Teoría del Equilibrio Económico General.
- Teoría del Bienestar.
- Teoría Monetaria.
- Teoría de la Distribución.
- Teoría de la Estática Económica.
- Concepto de Elasticidad.
- Competencia Perfecta y Competencia Imperfecta.
- Análisis matemático en los procesos productivos y llegan a formar incluso la preferencia.
- Curvas de Indiferencia y de Preferencia.
- Gráficas para representar la Oferta y la Demanda.
- Teoría de la Producción basada en la maximización de las ganancias y en la minimización de los costos”.¹⁰

¹⁰ Avila y Lugo, José, “Introducción a la Economía”, ENEP. Aragón, 1989, p. 75.

1.2.3 LA TEORÍA MONETARISTA

La crisis presentada en los setenta y su prolongación hasta los ochenta, puso a prueba el nekeynesianismo como el paradigma dominante en el capitalismo industrial, y al estructuralismo cepalino en el capitalismo latinoamericano; dando pauta al surgimiento del monetarismo friedmaniano y el monetarismo bastardo de la economía de la oferta. En la práctica surge el thatcherismo en Inglaterra y la reagonomía en Estados Unidos. En América Latina, como ya lo hemos mencionado; la contrarrevolución monetarista a través de la “Teoría Monetarista de Balanza de Pagos” se impone en Chile, Argentina, Uruguay y posteriormente en Perú, dando lugar a un nuevo modelo, el Neoliberalismo.

“En la teoría Monetarista, que forma a la actual política económica, la inflación es considerada como el producto de las emisiones de la moneda derivadas del déficit público. De ahí que la receta para disminuir la oferta monetaria y la inflación sea la reducción de dicho déficit. Se prioriza esta política como el descontrol de la oferta monetaria al derivarse exclusivamente del déficit público. Con el saneamiento de las finanzas y el control de la oferta monetaria que ejerce la autonomía del Banco de México, el gobierno pretende asegurar la reducción de la inflación y preservar el valor de la moneda.”¹¹

1.3 POLÍTICA ECONÓMICA

Hablar de Política Económica ocuparía no sólo un capítulo especial, si no un tema de tesis, sin embargo, para la elaboración de la presente investigación se retomarán aquellos puntos más importantes de la aplicación de esta política, abarcados en los siguientes temas de este punto de análisis.

¹¹ Huerta G., Arturo, “La Política Neoliberal de Estabilización Económica en México”, Ed. FCE, 1994, p. 54.

El presidente Zedillo durante la Ceremonia de Clausura del Simposio “Desarrollo Económico de México”, llevada a cabo en septiembre de 1997; enmarcó los atributos que debe constituir una política económica de Estado.

- “Propiciar la estabilidad financiera y, por lo mismo, la reducción de la inflación y de las tasas de interés.
- Fomentar la apertura y ampliación de los mercados externos, así como la sana expansión del mercado interno; esta última basada en los aumentos permanentes en la productividad y el ingreso de las personas, las familias y las empresas.
- Permitir que la asignación de los recursos de los distintos órdenes de gobierno que se dedican a la formación de capital humano y a la expansión de la infraestructura básica sean crecientes.
- Provocar y estimular tenazmente el aumento del ahorro interno.
- Eliminar todas aquellas distorsiones que impidan el uso más eficiente y provechoso de los recursos productivos”.¹²

1.3.1 EFECTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA EN LA ECONOMÍA

Nuestra política económica siempre ha sido un reflejo del principal país capitalista, y no sólo de la política de México, si no de todos los países y principalmente de aquellos altamente endeudados.

...”Una ojeada a las estadísticas permite apreciar que América Latina retrocede sostenidamente en cuanto a su participación en el comercio, en las inversiones y en los flujos de préstamos a nivel mundial y también dentro del Tercer Mundo. Y que al mismo tiempo se va haciendo cada vez más dependiente de la economía de Estados Unidos”...¹³

¹² El Financiero, 10 de Septiembre de 1997.

¹³ Varios autores, Ob. Cit. p. 22.

“Se ha hecho hincapié en que las políticas implantadas en varios países del mundo con los auspicios del FMI han sido las adecuadas para sacarlos adelante, de la crisis económica y social por la que atraviesan. Son más bien, mecanismos idóneos para asegurar el pago oportuno de los intereses y amortizaciones de las enormes deudas externas contratadas por los gobiernos de estas naciones. Esto desafortunadamente se evidenció una vez más en el caso de México, ya que, como en 1982, 1987 y la devaluación de 1994, obedeció esencialmente al mismo detonante: la deuda externa.”¹⁴

Tal endeudamiento externo tuvo un incremento absurdo especialmente al final del gobierno de José López Portillo, quien en sólo seis años incrementa la deuda en un 310% aproximadamente y durante los dos siguientes sexenios se repite la escena con incrementos aproximados del 124% y 125%, respectivamente incluyendo deuda privada (ver cuadro No. 1.1).

Cuadro No. 1.1

ENDEUDAMIENTO EXTERNO DE MÉXICO 1940-1994¹

(Millones de dólares, año base 1993)

| SEXENIO | PERÍODO | DEUDA ² |
|---------------------------|---------|----------------------|
| MANUEL ÁVILA CAMACHO | 1940-46 | 466.5 |
| MIGUEL ALEMÁN | 1946-52 | 382.2 |
| ADOLFO RUÍZ CORTINEZ | 1952-58 | 798.0 |
| ADOLFO LÓPEZ MATEOS | 1958-64 | 2,204.3 ³ |
| GUSTAVO DÍAZ ORDAZ | 1964-70 | 4,484.3 |
| LUIS ECHEVERRÍA | 1970-76 | 26,100.0 |
| JOSÉ LÓPEZ PORTILLO | 1976-82 | 80,967.2 |
| MIGUEL DE LA MADRID | 1982-88 | 100,914.2 |
| CARLOS SALINAS DE GORTARI | 1988-94 | 127,145.9 |

¹ Valores al final de cada sexenio² No incluye deuda privada.³ Incluye deuda privada.

Fuente: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

¹⁴ Ortiz Wadgyr, Arturo, “Momento Económico”, No. 78, UNAM, p. 20.

La necesidad de realizar una renegociación es considerada como primordial, principalmente para los países de América Latina. Una propuesta que resume esta necesidad fue la del presidente de Cuba Fidel Castro, expuesta durante las entrevistas concedidas a lo largo de varias reuniones durante 1987 llamadas “Encuentros Sobre la Deuda Externa de América Latina y el Caribe”, quien considera:

“...La crisis es la consecuencia de un sistema de dominación y explotación impuesto al mundo subdesarrollado, y que resulta imprescindible, decisivo e inaplazable resolver el problema de la deuda. La deuda externa resulta impagable e incobrable por razones económicas, políticas e incluso jurídicas, por tanto, debe ser cancelada o no pagada. La solución definitiva al problema de la deuda externa no puede dejar de considerar la necesidad de establecer un nuevo orden económico internacional, sin el cual América Latina y el Caribe seguirán siendo subdesarrollados y dependientes, incluso si se aboliera la deuda externa. Junto a lo anterior, se subraya la necesidad histórica de la Integración de la Región, como un medio para alcanzar un desarrollo económicamente más rápido, socialmente más justo y políticamente más independiente.”¹⁵

1.3.2 MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA

Uno de los conceptos de política económica más apoyados por el FMI respecto al gobierno mexicano fue sin duda la apertura al exterior integrada, por lo que se llamó la política de “cambios estructurales”. Entendidos como la modernización del país para absorber la nueva tecnología y se produjeran artículos competitivos ante el exterior, para convertir a México en un país exportador.

“La idea de desarrollo referida a una sociedad, comporta como es sabido toda una gama de ambigüedades, desde el punto de vista descriptivo, se refiere al conjunto de transformaciones en las que las estructuras sociales y en las formas de comportamiento que

¹⁵ OLADE. “La Deuda Externa y el Sector Energético en América Latina y el Caribe”, 1987, pp. 99-100.

acompañan a la acumulación en el sistema de producción. Así se describe el proceso cultural e histórico cuya dinámica se apoya en la innovación técnica (fundada en la experiencia empírica o en conocimientos científicos), puesta al servicio de un sistema de dominación social.”¹⁶

“La creación de riquezas depende cada vez menos del tiempo de trabajo y de la cantidad de trabajo utilizado, y cada vez más de la maquinaria que se pone en movimiento durante el trabajo. De este modo, la enorme eficacia de los procesos fabriles capitalistas (en tanto que generadores de mercancías) no tiene relación alguna con el tiempo de trabajo vivo que se aplica a su producción, sino que depende más bien del nivel general de la ciencia y del progreso de la tecnología, de la aplicación de esa ciencia a la producción (Marx, 1939, II, pp. 201-202.”¹⁷

Este concepto de Modernización nos permite hacer una clara clasificación de los países industrializados y subdesarrollados. Los primeros poseedores de una estructura productiva compleja, elevado nivel de demanda interna, con necesidades básicas cubiertas para el conjunto de la población; y, por su parte, los segundos que no han alcanzado al menos un nivel aproximado de desarrollo de las fuerzas productivas, con demanda interna mínima y desequilibrada, reducida diversificación productiva y además una gran dependencia externa.

“El desarrollo es un concepto con elevado grado de ambigüedad, por cuanto en su definición se entremezclan valores cuantitativamente mensurables y otros de tipo cualitativo. Se puede decir que una sociedad se desarrolla social y económicamente cuando sus miembros elevan su capacidad colectiva para relacionarse con el entorno en orden a elevar el grado de libertad, creatividad, autodisciplina, responsabilidad y bienestar material de los miembros de la colectividad. Esta capacidad depende del conocimiento de las leyes de la naturaleza (Ciencia) y de los medios mecánicos desarrollados para transformarla

¹⁶ Furtado, Celso, “Creatividad y Dependencia”, Ed. Siglo XXI, México, 1993, p. 66.

¹⁷ Arriola, Joaquín, “Los Nuevos Países Industrializados: Transferencias Tecnológicas y Subdesarrollo”, Ed. Iepala, México, 1988, p. 65.

(Tecnología), además de la forma en que se organiza el trabajo aplicado a esa relación con la naturaleza “Las herramientas con las que los hombres trabajan y la forma en que organizan su trabajo son ambos índices importantes del desarrollo social”.¹⁸

Debido principalmente a que la economía ha dejado de ser un ente independiente y al incremento en la competencia mundial; la aceptación oficial por parte del gobierno mexicano para que la industria nacional compitiera en igualdad de condiciones con las mercancías del exterior, se sustentó en que ambas se encontraban a los niveles de madurez que les permitiera dar la batalla internacional, sobre la base de aquellas que a lo largo de 50 años no hayan madurado, tendrán que perecer ante la competencia, de ahí la necesidad de modernizar la planta productiva. Un ejemplo a seguir lo comprenden los países Asiáticos, especialmente en Japón:

“La industrialización del Japón después de la Segunda Guerra Mundial dependió en gran medida de la importación de tecnología... La transferencia de tecnología estuvo asociada con una intensa actividad de asimilación y con un proceso de ingeniería hacia atrás que consistía fundamentalmente en desarmar los equipos, entender su funcionamiento y rearmarlos, una vez que la tecnología incorporada en este equipo ha sido asimilada. Así mismo, se realizó un importante proceso de aprendizaje tecnológico, mejorando con frecuencia la tecnología que originalmente se había importado.”¹⁹

Para finalizar este apartado podemos decir que:

...“En síntesis el desarrollo de las fuerzas productivas en condiciones de dependencia no engendran las transformaciones sociales que están en la base de la valorización de la fuerza de trabajo”,... además de que, ...“dentro de las sociedades estructuralmente inestables, con contradicciones internas que parecen coordinarlas a un fin

¹⁸ *Idem.* p. 19.

¹⁹ Centro de Investigación para el Desarrollo, A. C. “Tecnología e Industria en el Futuro de México”, México, 1992, p. 32.

catastrófico, la idea de progreso ha de constituir la célula madre de un tejido ideológico que servirá de vínculo entre grupos sociales antagónicos”.²⁰

1.3.3 DESINCORPORACIÓN PÚBLICA

En el período 1983-1988, el gobierno por medio del endeudamiento interno, hizo frente a los problemas financieros creados por la disminución de la entrada de créditos externos. La mayor demanda de crédito interno presionó sobre la tasa de interés, lo que redundó a una mayor carga del servicio de la deuda pública, creando grandes presiones en el sector financiero y en las finanzas públicas. Esta situación obligaba a acentuar la política contraccionista y acelerar la venta de las empresas públicas, para hacer frente a dichas obligaciones financieras.

El gobierno dentro de su política económica también se dedicó a reducir los subsidios de todo tipo y a la vez vender empresas al sector privado nacional o extranjero; lo cual ha sido criticado por considerarse como una necesidad para lograr el beneficio. La justificación encontrada para aceptar esta privatización se sustenta en los elevados subsidios, descapitalización y incremento de la deuda externa. En la primera fase de ajuste se vendieron las pequeñas y medianas empresas:

“Pero las presiones para alcanzar el saneamiento de las finanzas públicas fueron de tal magnitud que obligaron al gobierno a acentuar el ajuste patrimonial en 1990, mediante la venta de las grandes empresas públicas, para atraer capitales. Desde 1989 hasta 1992, el gobierno recibió 21,500 millones de dólares por concepto de la venta de las empresas, lo que contribuyó al superávit de cuenta de capitales”²¹

²⁰ Furtado Celso, Ob. Cit. p. 83.

²¹ Huerta G. Arturo, Ob. Cit. p. 28.

Posteriormente esta privatización llegó incluso a sectores restringidos constitucionalmente como el sector energético. A través de las modificaciones al Art. 27 Constitucional, que expresa las actividades reservadas para el Gobierno Mexicano dentro de este sector.

Por lo que el cambio más notable dentro de este sector fue previo a 1995, con la autorización para permitir la inversión privada y extranjera en la producción de petroquímica secundaria que comprende (amonio, acetileno, benceno, etileno, metanol, parafinas etc.), en la generación de energía y por último la participación en la distribución, transporte y comercialización del gas natural, que da la pauta a la elaboración de esta investigación.

1.3.4 GLOBALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA

Adam Smith como figura central de la economía clásica señala:

“Los sistemas económicos están en continua evolución y esto es cercanamente asociado con la búsqueda del propio interés dentro de un cierto modelo de derechos de la propiedad... Dentro de tales períodos de evolución económica el intercambio se da a través del mercado. Por lo que el progreso es logrado por medio de la competencia, la cual es la mejor unión en el concurso entre los agentes económicos, los que participan dentro de su rol correspondiente y son los consumidores, productores y empresarios, quienes tendrán como fin buscar el interés propio.”²²

El sistema económico del mundo ha dejado de ser un conjunto más o menos interdependiente de economías nacionales para transformarse en una economía global única que constituye, al mismo tiempo, un sólo gran mercado. En el intervalo entre la Primera y Segunda Guerras Mundiales, el comercio internacional creció a tasas menores que la producción.

²² Gavin Clydesdale, Reid. “Classical Economic Growth: Analysis in the tradition of Adam Smith”, Ed. FCE, México, 1989, p. 16.

La heterogeneidad entre los procesos de acumulación de los países desarrollados y subdesarrollados se ha ido consolidando a medida que el sistema capitalista se ha desarrollado y articulado a escala internacional. La historia del desarrollo capitalista se manifiesta como otras tantas fases de la acumulación del capital, a partir de tres fases:

“Primera fase. Extensión de las relaciones capitalistas, desde Gran Bretaña y Francia a Europa y las colonias. Una vez contemplada la formación del mercado interno se amplía la construcción de los mercados más allá de las fronteras nacionales, proceso que se extiende hasta 1914.

Segunda fase. Génesis y consolidación de los monopolios, fruto de la aceleración del proceso de concentración y centralización del capital, que generalmente se desarrolla bajo el predominio del capitalismo financiero.

Tercera fase. Transnacionalización de la economía (de los procesos de acumulación); donde asistimos a la ruptura de los mecanismos de regulación económica internacional, tanto financieros (Sistema Monetario Internacional, patrón dólar), como comerciales (aumento del proteccionismo, aumento de las barreras no tarifarias) y productivos (deslocalización industrial, fragmentación de los mercados de trabajo)”.²³

Por lo que se refiere al Acuerdo General sobre Tarifas y Aranceles (GATT) los principios que México consideró para su adhesión, en las negociaciones fueron:

“1) Ser un país en desarrollo; 2) Aplicación de políticas de desarrollo económico y social; 3) Tener flexibilidad en la regulación de sus importaciones; 4) Proteger al sector agrícola; 5) Proteger y promover al sector industrial conforme a las políticas internas del país y 6) Plena vigencia de los ordenamientos políticos internos de México”.

²³ Arriola, Joaquín, Ob. Cit. p. 29.

1.4 PERFIL SECTORIAL DE LA ENERGÍA

“Luego de concluida la Segunda Guerra Mundial, en particular a partir de los años 50’s, se fue imponiendo en el mundo un estilo de crecimiento económico basado en el consumo creciente e indiscriminado de energía, especialmente de hidrocarburos, sobre la base de un abastecimiento, abundante, seguro y barato.”²⁴

La denominada “crisis energética”, provocó una profunda toma de conciencia sobre las limitaciones de un modelo de desarrollo derrochador de energía, hecho posible por un precio mantenido artificialmente bajo, gracias al control monopólico de las empresas transnacionales. A partir de los reajustes sobre todo del petróleo, la economía mundial se vio enfrentada a la necesidad de instrumentar una serie de transformaciones que incidieran notoriamente sobre su estructura energética y sus patrones de producción y consumo de energía.

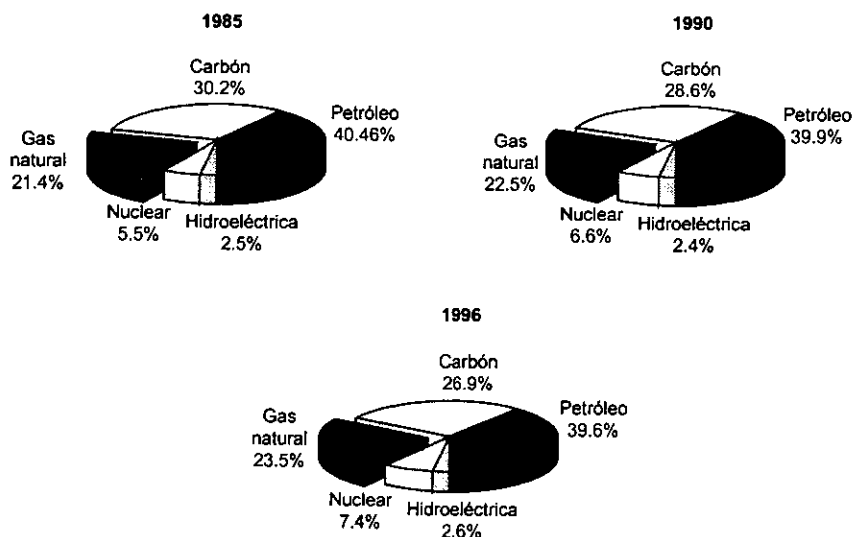
La energía consumida a nivel mundial la podemos clasificar por diferentes fuentes o energéticos, entre las que se encuentran:

El petróleo, principal energético dentro de la estructura de consumo, con el 39.6%; seguido por el carbón, el cual representó el 26.9% de consumo mundial en el año de 1996; en tercer lugar podemos ubicar al gas natural con el 23.5%, el cual ha registrado un incremento muy marcado por tratarse de un combustible menos contaminante; en tanto que el 10% restante es absorbido por la energía nuclear y la hidroeléctrica (ver gráfica No. 1.1).

²⁴ OLADE, Ob. Cit., p. 2.

Gráfica No. 1.1

**ESTRUCTURA DEL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA
POR TIPO DE RECURSO 1985, 1990 Y 1996**



Fuente: BP, *Statistical Review of World Energy*, 1997.

Entre las fuentes energéticas se han planteado como una alternativa para cubrir consumo futuro de energía, destaca la energía nuclear, sin embargo, debido principalmente a los accidentes acontecidos en diferentes partes del mundo que no ha tenido una difusión y aceptación a nivel mundial. En 1966 un accidente inutilizó la planta Enrico Fermi en Detroit, Estados Unidos, uno de los prototipos más destacados de reactores rápidos, que sólo pudo funcionar a pleno rendimiento por pocas semanas.

Algunos otros accidentes como el de la Ex-URSS han sido la causa de que muchos oponentes se preocupen de la posibilidad de una explosión pueda esparcir sustancias altamente radioactivas en las cercanías de estos.

En México, aunque ya se utilizaban materiales radioactivos, específicamente para aplicaciones médicas desde principios de siglo, es hasta 1955 en que se crea la Comisión de Energía Nuclear (CNEN), previendo generar electricidad con la utilización de la energía nuclear. Posteriormente la CNEN se transformó en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN).

La reglamentación nacional en materia de seguridad radiológica, física y de salvaguardias, se fundamenta en las normas internacionales establecidas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y en el caso de la seguridad nuclear se basa en el sistema normativo del país de origen de las componentes nucleares de las instalaciones. Las instalaciones nucleares en México son específicamente:

- Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV).- Es la más importante, además de ser la primera central construida en nuestro país. Está constituida por dos unidades independientes una de la otra, destinadas a la producción de energía eléctrica; su capacidad de producción de cada una de ellas es de 654 Megawatts (Mw) eléctricos.
- Reactor Triga Mark-III.- Instalación nuclear destinada fundamentalmente a la investigación y producción de radioisótopos para usos médicos. Esta unidad es operada por el ININ.
- Planta Piloto de Fabricación de Combustible.- Instalación administrada por el ININ, cuyo objetivo es fabricar a escala piloto los primeros ensambles combustibles producidos en México para la CNLV.

Otro tipo de energía que pudiese ser considerada como alternativa, es la hidroeléctrica, utilizada principalmente para obtener electricidad, a partir de presas, que transforman la energía mecánica de rotación a electricidad cuando llega a un generador. Esta fuente es muy bien aprovechada en los países industrializados, y aunque quedan amplias reservas inexploradas en Asia y África, pueden desempeñar un gran papel en los problemas energéticos mundiales.

En comparación con ello, la energía de las mareas y la geotérmica, procedentes del aprovechamiento del calor interno de la tierra resultan pequeñas, estimándose que el potencial de esta sería de 60,000 megavatios de capacidad de generación eléctrica recuperable, mientras que la primera es de 13,000 megavatios, por cuya razón ninguna de estas dos energías pueden ser consideradas como una fuente importante de energía para la humanidad, excepto para algunos lugares y localizaciones muy especiales.

El desarrollo actual de la energía geotérmica en México se ha enfocado principalmente a dos regiones: El Valle de Mexicali y el Eje Neovolcánico del centro del país, en los cuales se encuentran gran parte de los 400 sitios con alteraciones hidrotermales que se tienen detectados actualmente. El primero, situado al noroeste del país, actualmente es el mayor desarrollo geotérmico. En 1973 iniciaron en operación dos unidades de 37.5 Mw cada una y en 1979 entraron en funcionamiento otras dos similares.

La energía eólica o llamada energía de viento tampoco tiene gran aportación a escala mundial, sin embargo, existen interesantes proyectos para aprovecharla mediante la posibilidad de instalación de grandes molinos de viento.

Finalmente, otro tipo de energía que a la fecha no ha sido explotada en gran medida, aunque en unos cuantos años llegará a ser una fuente importante, es la energía transmitida por el sol, estimada en aproximadamente en 130×10^{16} termias anuales, equivalente a la energía contenida en 130 de billones de toneladas de petróleo. Sin embargo, el problema fundamental para su aprovechamiento consiste en cómo recoger o captar esta gigantesca cantidad de energía y convertirla en una forma útil y utilizable, por lo que ya en varios países se está estudiando y poniendo en marcha el empleo de este tipo de energía.

El grupo de estudios sobre nuevas formas de energía del National Petroleum Council (según estudio realizado de 1971-1985) señaló que toda la energía consumida por los Estados Unidos durante 1970 podría haber sido obtenida del sol con un colector único de 43 kilómetros de diámetro.

Otro ejemplo interesante de la recepción de la energía solar es mediante el empleo de satélites, es el descrito por Glacer (Glacer, P.E., Concept for a Satellite Solar Power System, Chem. Technol) en octubre de 1971, el cual propone un colector de células solares fotovoltaicas y un equipo asociado para la conversión de la electricidad producida en una radiación de microondas, situado todo esto en una órbita terrestre a una altitud de 36,000 Kilómetros.

Evidentemente, estos dos sistemas se encontraron muy lejos aún de alcanzar tecnológica y económicamente resueltos todos los problemas inherentes. Sin duda alguna los dos países en posibilidades de realizar estos tipos de proyectos son Estados Unidos y Japón.

El potencial de aprovechamiento de energía solar en nuestro país es uno de los más altos del mundo, ya que alrededor de las tres cuartas partes del territorio nacional son zonas con una insolación media del orden de los 5KwH/m² al día, más del doble del promedio de los Estados Unidos.

“De acuerdo al Balance Nacional de Energía de 1995, en México se tenía instalada en ese año una capacidad para generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos de 9.5 Mw, con los cuales se generaron 17.5 Gw/h...”²⁵

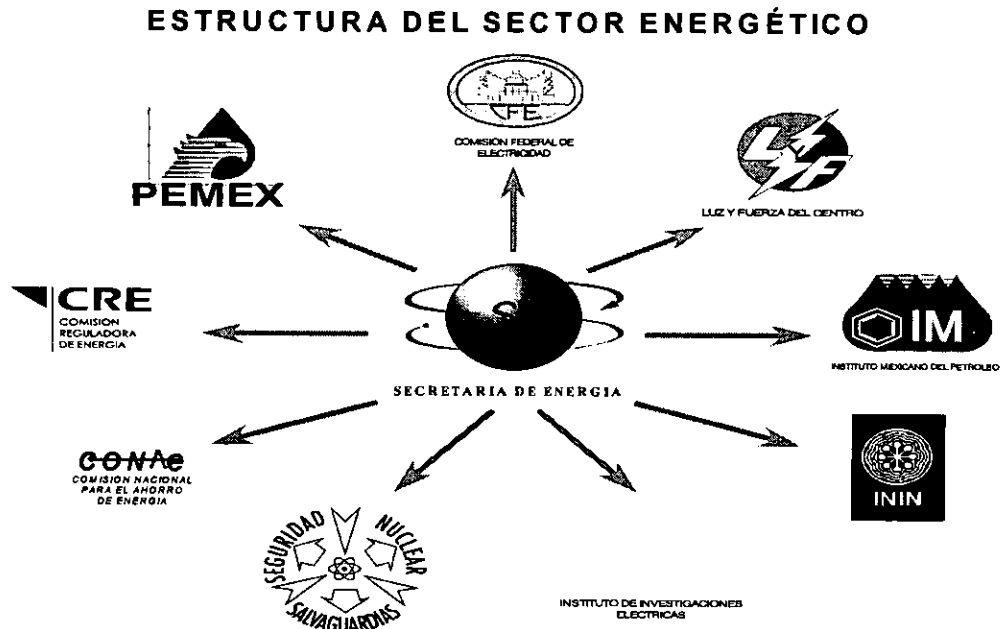
1.4.1 ESTRUCTURA DE LOS SEGMENTOS

El papel principal dentro del sector energético lo comprende la Secretaría de Energía (SE), anteriormente Secretaría de Minas e Industria Paraestatal, la cual formaba parte de las 17 Secretarías del Gobierno Mexicano. Es a partir de diciembre de 1994, que la legislación mexicana redefine las funciones de la SE, principalmente porque la mayoría de las empresas ya habían sido privatizadas y por la necesidad de redefinir la responsabilidad del Estado dentro de este sector.

Las principales facultades otorgadas a la SE son: Conducir la política energética del país; ejercer los derechos de la Nación en materia petrolera, conducir y coordinar la actividad de las entidades del sector en la exploración y transformación de estos recursos, Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y fuerza del Centro (LyFC); y la participación de los particulares con apego a la legislación en los rubros no considerados constitucionalmente reservados a la Nación; así como el cumplimiento de la normatividad ecológica (ver diagrama No. 1.2).

²⁵ Documento de “Prospectiva del Sector Eléctrico”, CFE, Julio de 1997.

Diagrama No. 1.2



En 1993, PEMEX es reestructurado considerando sus líneas funcionales en cuatro subsidiarias operantes: PEMEX Exploración y Producción (PEP), encargada de extraer el petróleo crudo y gas natural; PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), responsable del mercado de gas; PEMEX Refinación (PR), responsable del abastecimiento de combustibles; y PEMEX Petroquímica (PPQ), dedicada de la producción de petroquímicos secundarios. Cada unidad es autónoma y coordinada por la división del Corporativo. PEMEX además cuenta con una subsidiaria PEMEX Internacional (PMI), responsable de las compras y ventas internacionales.

Así mismo son la CFE y LyFC, las entidades responsables de la generación y distribución de la energía eléctrica.

Por lo que se refiere a la Comisión Reguladora de Energía (CRE), creada como cuerpo descentralizado de la SE y por decreto como órgano consultivo sólo para el sector eléctrico, es en 1995 se reconsidera como parte de la reforma del sector de gas natural en México, que se convierte en unidad con autonomía técnica y operativa, encargada de la regulación de gas natural y energía eléctrica en México.

1.4.2 IMPORTANCIA DEL GAS NATURAL

Bajo los efectos del desarrollo de la técnica, de la interpretación de las economías y de la amplificación de la competencia, la civilización industrial se encuentra en un momento de crecimiento económico sin precedentes que, para poder mantenerse en forma sostenida, requiere una explotación cada vez más intensiva de los recursos naturales del planeta. Entre éstos recursos, la energía ocupa un lugar tan preeminente, que sin ella, toda la civilización moderna sería inconcebible.

Aunque las fuentes de energía desarrolladas por el hombre han sido numerosas, las verdaderamente importantes son muy limitadas reduciéndose a las denominadas primarias por que es la forma en que son suministradas por la naturaleza (petróleo, gas natural, combustibles fósiles sólidos, energía hidroeléctrica y energía nuclear); y en las energías secundarias las derivadas de estas primarias mediante alguna transformación.

Como ya hemos señalado, la repartición del mercado entre las distintas fuentes de energía se ha ido modificando progresivamente a lo largo de los años, debido a que son fuentes sustituibles.

En este sentido, el petróleo sólo se utilizó en empleos específicos, por lo que el desplazamiento del carbón no se hizo sentir inicialmente con gran fuerza a excepción del sector transporte. Por el contrario, el gas natural, explotado inicialmente en Estados Unidos, comenzó a competir inicialmente con el carbón para uso industrial, desplazando gradualmente a este combustible de una buena parte de sus mercados, principalmente por la existencia de grandes cantidades de este hidrocarburo y al bajo precio a que era comercializado.

En la actualidad los únicos dos sectores importantes donde el carbón aún no ha sido totalmente sustituido son la siderurgia y en las centrales térmicas.

El empleo de gas natural como materia prima energética es un hecho relativamente reciente; hasta la década de los 20's en la que son puestas en práctica técnicas para construir y soldar tuberías capaces de resistir altas presiones, y por tanto de transportar el gas a grandes distancias, su comercialización en gran escala era casi imposible. Estados Unidos ha sido el primer país en comerciar gas natural.

Durante la década de los 30's, el gas procedente de los campos de Texas comenzó a transportarse cada vez a mayores distancias, hasta alcanzar los grandes mercados del Este y del Oeste y como se trataba de una producción "fatal" asociada al petróleo, cuya única alternativa era quemarlo en la antorcha en los propios campos, sus bajos precios hicieron crecer su demanda con rapidez, de tal forma que en 1945 al finalizar la guerra, el gas natural representaba ya el 13% del consumo de energía primaria de este país.

El segundo país en desarrollar esta fuente de energía fue Canadá, donde en 1947 se habían descubierto ya importantes yacimientos en el Estado de Alberta; el cual actualmente es en gran medida exportado a Estados Unidos. Entre los beneficios en los que se sustenta la importancia del gas natural como fuente de energía a nivel mundial, se encuentran:

- El precio ha sido un factor importante en la progresión de sus ventas.
- La limpieza en su manejo, cuya combustión se produce sin dejar humo o cenizas.

Cualidades intrínsecas que le hacen preferible a cualquier otro tipo de combustible, por lo cual tiende a ser un combustible que progresivamente aumenta su consumo en todo el mundo.

En la Ex-URSS, donde existen las mayores reservas conocidas de gas natural, de ahí que ha incrementado su uso representando alrededor del 25% del total. En Europa Occidental la llegada del gas natural es más reciente, es a partir de 1960 que su consumo comienza a generalizarse. Los primeros descubrimientos importantes tuvieron lugar en Austria, donde para el año de 1955 ya cubría alrededor del 10% de las necesidades de energía primaria.

En Italia, país propiamente carente de recursos energéticos, el descubrimiento de gas natural en grandes cantidades tuvo lugar en 1949 y con los recientes descubrimientos en el Mar Adriático, hace de éste una importante fuente energética, y ya para el año de 1972 representó el 11% del consumo total de energía del país. En el caso de Holanda, en donde la intensiva exploración en el Mar del Norte ha permitido que hoy se exporte a tres países europeos; además, de cubrir alrededor del 70% de las necesidades de energía primaria del país. El Reino Unido, es hasta mediados de los 60's, la realización de importantes descubrimientos en el Mar del Norte, lo cual permitió que su consumo se duplicara entre 1971 y 1974.

“A partir de la mitad de los 60's un nuevo combustible comenzó a frenar el crecimiento del consumo de otros energéticos “El Gas Natural”. Este hidrocarburo, empleado inicialmente en usos no específicos, pero con algunas ventajas objetivas importantes respecto al fuel-oil, está eliminando a éste de muchos de sus antiguos mercados, por lo que al continuar su ritmo actual de crecimiento, la industria petrolera tendrá que ir variando gradualmente sus esquemas de refinación y su estrategia de precios hacia un esquema similar al actualmente existente en los Estados Unidos, la obtención del crudo de un máximo de productos no sustituibles...

En cualquier caso, hoy es evidente que la demanda incremental de energía en los próximos 20 ó 30 años habrá de provenir básicamente del petróleo o del gas natural, por lo que las circunstancias que rodean a su abastecimiento serán vitales para la economía y la seguridad de cualquier nación del mundo.”²⁶

²⁶ Centeno, Roberto, “El Gas Natural en la Economía Mundial”, España, 1992, p. 36.

Y de acuerdo a una declaración más reciente hecha por Jay Hakes administrador de la Energy International Administration (EIA) el 23 de julio de 1997:

“El gas natural es una fuente energética altamente conveniente. Su combustión es limpia, con menor contaminación que otros hidrocarburos y sus reservas mundiales probadas son inmensas algo como 173,041.9 billones metros cúbicos (Bm³) a finales de 1995 y 174,631 Bm³ a enero de 1997, suficientes para alrededor de 60 años de acuerdo a las recientes tasas de producción mundial de gas....”²⁷

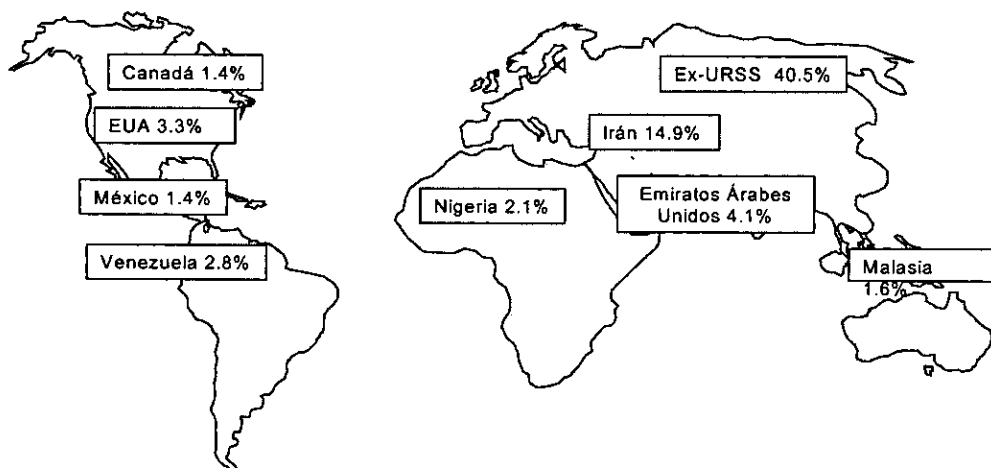
Durante 1980 se quemaba en la atmósfera alrededor del 55% de la producción mundial del gas asociado, mismo que representaba el consumo anual en Europa Occidental en años atrás. Sin embargo la mayoría de los países, industrializados o en desarrollo, tomaron conciencia considerando las ventajas del gas natural como combustible limpio y flexible. Esto fue la expresión clara de que el gas natural avanza aceleradamente y sobre todo en los últimos años ha producido cambios profundos en el panorama energético mundial.

Sin embargo, las mayores reservas de este combustible están inconvenientemente localizadas en áreas remotas y escasamente pobladas, tales como el Oeste Siberiano y Golfo Pérsico (ver mapa No. 1.1), lo cual representa un alto costo de transportación a través de los continentes, lo que ha llevado a la búsqueda de alternativas de acercamiento.

²⁷ Energy Information Administration, “Natural Gas Monthly August”, Estados Unidos, 1997, p. 10.

Mapa No. 1.1

RESERVAS GLOBALES PROBADAS DE GAS NATURAL 1996

141,332.0 (MMMm³)=100%FUENTE: BP, *Statistical Review of World Energy*, 1997.

1.4.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Aunque como gases naturales pueden clasificarse todos los naturalmente presentes en el globo terráqueo, desde los constituyentes del aire a las emanaciones gaseosas de los volcanes, el término de gas natural se aplica en sentido estricto a las mezclas de gases combustibles hidrocarburoados que se encuentran en el subsuelo; donde en ocasiones, aunque no siempre se hallan asociados con petróleo líquido.

El principal constituyente del gas natural es el metano, que representa generalmente entre el 70 y el 95% del volumen total de la mezcla. Los otros hidrocarburos gaseosos que suelen estar presentes son el etano, propano y butano, aparecen siempre en proporciones menores, sobrepasando raramente en conjunto el 15% del total.

El gas natural que se encuentra en yacimientos similares a los petrolíferos; que en su mayoría de ellos el gas no se encuentra asociado (se denomina asociado cuando su producción está ligada a la de la extracción de petróleo) y en el cual el contenido de metano es superior que al del gas no asociado, y suelen contener también cantidades importantes de

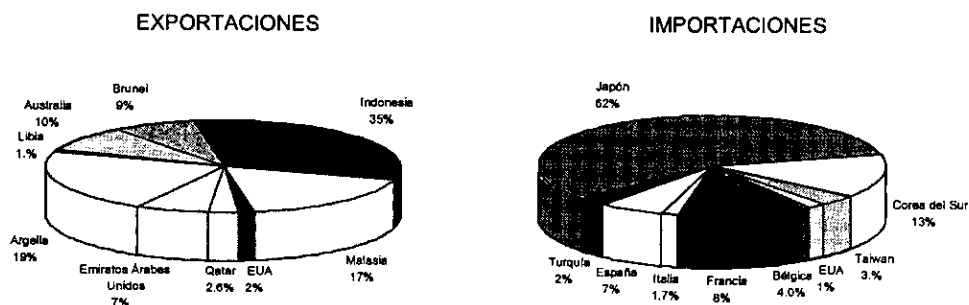
propano y de hidrocarburos más pesados, por lo que suelen ser una fuente importante de gases de petróleo licuados (GLP) y su origen corresponde a dos formas:

- Degradación bioquímica de la materia orgánica en las rocas sedimentarias poco profundas y de edades geológicas relativamente recientes, en cuyo caso, la composición es casi exclusivamente dióxido de carbono y metano.
- Degradación química de residuos orgánicos en rocas profundas y antiguas, lo que constituye el origen de la mayor parte del gas natural.

Otra cualidad del gas natural es que posee la capacidad de licuarse, es decir, pasar de su estado gaseoso a líquido, por lo que es una forma tecnológica y comercialmente capaz de transportar gas natural (GNL) a través de no sólo ciudades, sino océanos, llegando a cualquier parte del mundo. Los países que actualmente tienen un gran consumo de GNL se localizan en Asia, los cuales durante 1996 importaron más de 78.3 Miles de millones de metros cúbicos (MMMm³), siendo Japón el más grande usuario de este hidrocarburo, seguido por Corea, Taiwan, que en conjunto consumieron más de 3/4 partes de la producción (ver gráfica No. 1.2).

Gráfica No. 1.2

**PARTICIPACIÓN EN EL INTERCAMBIO COMERCIAL MUNDIAL
DE GAS NATURAL LICUADO 1996**



Fuente: Bp, *Statistical Review of World Energy* 1997.

La transportación del gas puede ser por diferentes maneras, sin embargo, la construcción de ductos es probablemente la menos cara y la más efectiva manera de transportar altos volúmenes de energéticos sobre largas distancias.

1.4.3.1 ENTORNO ECONOMICO

De acuerdo a las características del gas natural ya establecidas su uso abarca una amplia gama de actividades que van desde la industria petroquímica como materia prima en la producción de amoníaco y metanol, en la industria pesada como la del acero, química cemento, vidrio, papel etc.; hasta diversos usos domésticos, en la cocción de alimentos, calefacción y sistemas de aire acondicionado; en el transporte y en la generación de energía eléctrica.

En su empleo como combustible entra en competencia con todas las demás fuentes de energía, a las que técnicamente puede reemplazar en un 70%. No entra prácticamente en competencia, ni con los carburantes, ni con el cok metalúrgico en los altos hornos, ni con la electricidad como fuerza motriz o en iluminación; pero en todos los demás empleos puede sustituir a cualquier otro combustible, e incluso en los usos específicos mencionados, en un futuro próximo pueda constituir también un elemento de competencia.

1.4.3.2 PLANES Y PROGRAMAS

Los hidrocarburos juegan un papel estratégico preponderante dentro del sector energético, son y serán el eje de toda la economía. Abastecer la demanda energética en el corto plazo y asegurar la futura, representa una compleja problemática para el sector petrolero. Esta realidad exige una mayor visión sobre el manejo de los recursos naturales, así como de los financieros y tecnológicos que nos limitan.

La adopción de una política energética coherente puede proporcionar a un país ahorros muy considerables, para su desarrollo económico, y lo que puede ser más importante aún, ayudar en gran medida a conferir una mayor seguridad de aprovisionamiento, que en una coyuntura energética mundial desfavorable puede llegar a ser inestimable.

A partir de las modificaciones a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo petrolero, surgen planes y programas con lineamientos generales de la estructura reguladora de la industria del gas con el fin de asegurar un abastecimiento suficiente, oportuno y competitivo. Este cambio estructural se llevó a cabo con el propósito de apoyar tres procesos fundamentales:

- Promover la participación de la inversión privada en la generación de energía eléctrica, mediante una mayor oferta de combustible utilizado en las plantas de generación eléctrica de ciclo combinado.
- Mejorar la competitividad internacional de la industria, proporcionándole un combustible más eficiente para sus procesos productivos.
- Contribuir al compromiso de mejorar el medio ambiente al proveer un combustible más limpio que permita a la industria cumplir con la nueva regulación ambiental.

El propósito fundamental establecido, tanto en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, como en el Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000, es fortalecer al sector energético nacional, a fin de aumentar su aportación a un desarrollo económico más vigoroso, sustentable y equitativo, garantizando la rectoría del Estado en la materia y; por esa vía, contribuir a crear un México más próspero y soberano. Entre los principales objetivos de política del sector energético se encuentran:

- Propiciar una expansión rápida y eficiente del sector.
- Contribuir a la competitividad global de la planta productiva.
- Aprovechar la ventaja relativa de México en materia energética, sobre todo en hidrocarburos.
- Contribuir a un desarrollo regional más equilibrado y al crecimiento y competitividad de las actividades económicas relacionadas directamente con el sector.

- Favorecer la modernización administrativa y operativa de Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro.
- Promover el ahorro y uso eficiente de la energía.
- Avanzar en el desarrollo y uso de las energías no convencionales y renovables, considerando el impacto ambiental.

Todo esto fue determinado por PEMEX, bajo la estructura del documento "Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector Energético 1995-200", mediante el cual debe realizar lo posible por unir a México al nivel de la competitividad mundial y maximizar su beneficio contable. Entre los principales programas en el área de gas natural podemos mencionar que:

- Fomento al uso de gas natural en la industria, el comercio y los hogares mediante el desarrollo de una infraestructura de gas natural acorde a las necesidades, a través de la inversión privada en sistemas de transporte, almacenamiento y distribución.
- Establecimiento de una metodología para la fijación de un tope al precio de venta de primera mano establecida con la obligación de PEMEX de ofrecer dos cotizaciones (a la salida de las plantas de proceso y en el punto de entrega determinado por el comprador).

Por lo que se refiere al sector transportes se necesitó de una política basada en estrategias viables y efectivas, que garanticen la reducción de las emisiones contaminantes generados por este sector, a través de la modernización de la flota vehicular. Por lo que la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad, con apoyo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento estableció las políticas propuestas orientadas a satisfacer las necesidades de transporte, al mismo tiempo que cumpla con los requerimientos para mejorar la calidad del aire.

Las medidas propuestas incluyen acciones de aplicación inmediata al parque vehicular en circulación y regulaciones futuras que aseguren la incorporación de un parque vehicular progresivamente más limpio. Las específicas para los vehículos en circulación son:

- Renovación Vehicular.
- Readaptación de convertidores catalíticos y reemplazo de aquellos dañados.
- Uso de combustibles alternos más limpios como el gas natural.

Mientras que para el parque vehicular por incorporarse se plantea la adopción de:

- Normas de emisión de contaminantes progresivamente más estrictas.
- Programa de uso obligatorio de combustibles alternos en flotillas para determinado porcentaje de vehículos nuevos.

De acuerdo a lo analizado en el presente capítulo podemos afirmar que en el enfoque globalizador en que se encuentra inmersa la economía mundial, México no debe, ni puede quedarse marginado a ello. Por lo que esta reforma estructural del sector energético mexicano ha permitido introducir gradualmente la competencia a sectores que eran monopolios estatales, permitiendo la participación de la inversión privada nacional y extranjera. Y se espera que mediante la correcta regulación se fomente esta sana competencia entre los distintos agentes del mercado.

Además, podemos afirmar que la rápida expansión que ha mostrado el consumo mundial de gas natural en casi todo el mundo, es debido principalmente a sus características naturales y por ser la óptima opción en la búsqueda del equilibrio entre desarrollo y medio ambiente. Y se espera que esta tendencia sea aún más grande, por lo que varios países lo consideran como el combustible del siglo XXI.

CAPITULO 2

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL CONSUMO DE GAS NATURAL PARA USO INDUSTRIAL, DOMÉSTICO Y DE TRANSPORTE 1990-1996

Dadas las características intrínsecas del gas natural que lo colocan en un lugar prominente, han provocado una rápida expansión del consumo de este combustible en una amplia gama de actividades, que van desde la industria petrolera como materia prima, en los procesos de producción de petrolíferos en la petroquímica secundaria, en todas las ramas de la industria, para usos domésticos en la calefacción y sistemas de aire acondicionado, así como para cocinar, en el transporte, y de manera importante en la generación de energía.

Por lo que dentro de este capítulo, se analizarán las características generales del mercado, analizando la participación de los diferentes consumidores, con el objetivo examinar su comportamiento dentro del período 1990-1996 y poder realizar un estudio comparativo de los principales países consumidores de gas natural, dentro de los sectores industrial, doméstico y de transporte.

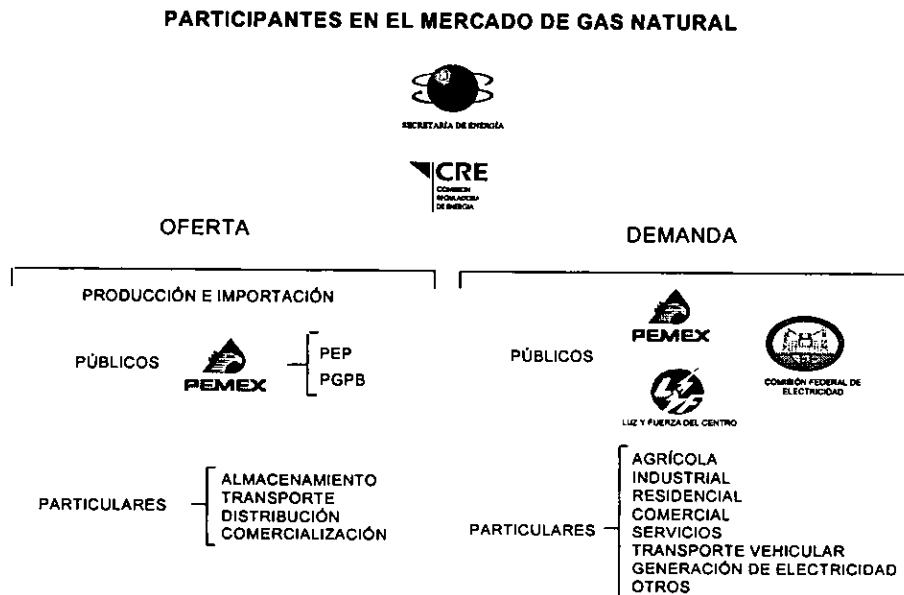
Dentro de este capítulo, también se lleva a cabo un análisis de precios del gas natural, su determinación y comparación, principalmente con Estados Unidos, con el cual se mantiene una estrecha relación en su establecimiento.

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MERCADO

Alrededor del mundo se ha venido apreciando aún más las ventajas y la importancia de este hidrocarburo, hoy en día sólo seis países en mundo no consumen gas natural (Portugal, Grecia, Sudáfrica, Filipinas, Islandia y Noruega).

En México, a partir de las regulaciones realizadas en el mercado de gas natural, durante el año de 1995, se establecen los lineamientos para permitir el acceso a este mercado a los inversionistas de los sectores social y privado en la determinación de la oferta y demanda (ver figura 2.1).

Figura 2.1



Dentro de este mercado, el mayor consumidor de gas natural es PEMEX, el cual utiliza este hidrocarburo como combustible en sus yacimientos, ductos, refinerías, para generar energía y cada vez más como materia prima en la producción de la petroquímica básica, siendo el año de 1996 el más significativo para este sector, alcanzando 49,074.4 Mm³d; seguido por el sector industrial el cual durante los últimos dos años mostró un incremento sostenido, llegando a 27,070.9 Mm³d; mientras que para el sector doméstico, que abarca al residencial y comercial en este período tuvo un decrecimiento muy marcado, con excepción del año de 1996 en el cual alcanzó 2,633.5 Mm³d y ocupando el último lugar dentro de estos sectores (ver cuadro No. 2.1).

Cuadro No. 2.1

CONSUMO NACIONAL DE GN POR SECTOR 1991-1996

Estructura porcentual (%)

| SECTOR | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ELECTRICO | 14.58 | 13.57 | 13.37 | 15.27 | 16.07 | 15.03 |
| PEMEX | 53.41 | 53.68 | 55.55 | 55.08 | 52.40 | 52.93 |
| AUTOCONSUMO | 38.91 | 39.51 | 42.37 | 40.07 | 38.32 | 36.94 |
| MATERIA PRIMA | 7.72 | 7.76 | 5.76 | 6.25 | 6.38 | 5.67 |
| RECIRCULACIONES INTERNAS | 6.77 | 6.41 | 7.43 | 8.76 | 7.70 | 10.32 |
| INDUSTRIAL | 28.78 | 29.35 | 27.89 | 27.03 | 29.47 | 29.20 |
| DOMÉSTICO | 3.23 | 3.39 | 3.19 | 2.61 | 2.06 | 2.84 |
| TOTAL NACIONAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Fuente: SE "Prospectiva del Gas Natural 1997-2006".

Aunque el gas era conocido y utilizado desde hace mucho tiempo en pequeñas cantidades en las proximidades de los yacimientos, el rápido crecimiento de su utilización sólo fue posible con la puesta a punto de técnicas de transporte adecuado, capaces de llevarlo económicamente en grandes cantidades hasta los mercados consumidores. Estas técnicas que se iniciaron simplemente, con la posibilidad de soldar tubos de acero de paredes delgadas, se concretan en la actualidad, en los considerables avances experimentados por las técnicas de construcción de gasoductos a grandes distancias y de gran diámetro, operando a presiones elevadas, mediante las cuales resulta posible el transporte de gas en grandes volúmenes, para llevar a cabo las operaciones de mercado.

Esto ha permitido que aparte de los grandes y pequeños consumidores industriales que pueden ser clientes directos de la red de transporte, los pequeños demandantes comerciales y domésticos, quedan englobados de redes de distribución pública, los cuales reciben gas de la red de transporte, permitiendo la distribución después a los pequeños consumidores localizados en las aglomeraciones urbanas.

2.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO INDUSTRIAL

Todos los sectores, así como todas las actividades en una economía juegan un papel importante, pues siempre uno es el eslabón del otro. Sin dejar de reconocer la importancia de las actividades primarias y terciarias se destaca, sin embargo, el papel vital que juega el sector industrial de un país dentro de su proceso general de desarrollo, siendo el segundo más grande consumidor de energía.

La industria mexicana tuvo su nacimiento en las últimas décadas del siglo XIX, con la creación de actividades textiles, papeleras, ferrocarrileras, eléctricas, mineras, etc. adoleciendo de graves deficiencias de tipo social, financieras, tecnológicas y otras.

Por lo que era necesario una política de fomento industrial regional, que incluyera inversiones de infraestructura, proyectos de viabilidad industrial etc. Con los esfuerzos realizados por PEMEX después de la expropiación petrolera en 1938, se determinaron los objetivos prioritarios, como la satisfacción de la demanda y la puesta en práctica de los precios bajos en la venta de productos petroleros y gas natural, propiciando no sólo la instalación de nuevas industrias, sino además, sentar las bases para el posterior desarrollo económico del país, fomentando la creación de un importante mercado interno que garantizaba la expansión de la producción de la empresa petrolera y por ende su existencia, asegurando el crecimiento de una industria estratégica tan importante.

De esta misma manera, son diversos los factores que han contribuido al desarrollo a nivel mundial de esta industria dentro de este sector, por ejemplo en Europa, el motor detrás de la dinámica del desarrollo del gas fue dado por:

- Una disponibilidad adecuada.
- Seguridad en la disponibilidad de gas.
- Diversificación de fuentes de abastecimiento.
- Competitividad del precio del gas.
- Características como combustible de excelente compatibilidad ambiental y uso

eficiente.

- Políticas de aceptación y respuestas positivas por parte de los consumidores.

Dentro del sector industrial la ascendente tendencia de los 70's fue interrumpida por la segunda crisis en el precio del petróleo. El desarrollo en el precio, el ciclo económico y los esfuerzos de ahorro de energía dirigieron la caída en la demanda a principios de los 80's. A partir de la mitad de esta década fue cuando la economía comenzó a recuperarse dirigiendo nuevamente a incrementarse el consumo de gas del sector industrial. Este combustible es una fuente de energía dominante principalmente para este uso, por encima de la electricidad, sobre todo en países como Holanda 51% y Italia 36%*, representando a la industria química y petroquímica como las más grandes demandantes, seguidas por la industria de minerales no metálicos, alimentos, tabaco y la siderurgia, las cuales suman aproximadamente dos terceras partes del consumo industrial.

La aplicación del gas natural en la industria como ya se ha establecido es principalmente como combustible, pero trataremos de especificar el uso de este hidrocarburo en las principales industrias.

- La Industria de la Cerámica:

Esta industria consiste esencialmente en el trabajo de arcilla, el cual se remonta a las civilizaciones antiguas, sin embargo, el uso de combustibles gaseosos en la fabricación de cerámica data de fecha bastante reciente. Las necesidades térmicas de la industria, dependen del tipo de producto obtenido. En la industria de la cerámica de construcción el combustible se utiliza únicamente en el secado y la cocción; en el caso de la cerámica fina se emplea además en las operaciones de barnizado, vitrificado y decoración. Las exigencias estéticas de la cerámica fina exigen el empleo de combustibles limpios que permitan un control muy preciso del proceso.

* Fuente: EIA. "Natural Gas in Europe", Estados Unidos, 1995, p. 17.

Gracias a la pureza y al poder calorífico de los combustibles gaseosos, es posible efectuar la calefacción directa, lo que permite obtener un grado de combustión elevado y construir hornos más pequeños.

La conversión a gas de las instalaciones que funcionan con combustibles líquidos es sencilla y barata, la mayor parte de los gastos son debido a la conexión a la red de distribución y a la instalación de medidores en la fábrica.

La estabilidad de composición y presión de los combustibles gaseosos, es posible controlar automáticamente el proceso de cocción. La utilización de gas en hornos túnel de marcha continua, crea más condiciones favorables a una automatización integral.

- La Industria del Vidrio:

Sus operaciones térmicas se reparten en dos grupos de naturaleza esencialmente distintas;

- ⇒ Operaciones de fusión en las cuales el aparato más representativo es el horno de balsa.
- ⇒ Operaciones mediante las cuales el vidrio es transformado en productos comerciales, obteniéndose mediante el conformado manual o mecánico del vidrio caliente. La mayoría deben sufrir diversos tratamientos como recocido, quemado, corte y decoración que son a su vez operaciones térmicas.

La combustión del gas natural en los hornos de balsa o fusión supone una serie de procesos físicos-químicos complejos que determinan el rendimiento del combustible consumido y dependen directamente del diseño de los quemadores. En este tipo de quemadores se deben reunir las siguientes indicaciones:

- ⇒ La llama debe ser luminosa con una elevada intensidad de radiación asegurando el rendimiento requerido del horno con el menor consumo posible de

combustible.

⇒ La llama debe ser rasante y su contacto con la masa de vidrio debe tener lugar tan lejos como sea posible.

⇒ La combustión del gas no debe afectar la calidad de vidrio.

Por ser el gas natural un combustible limpio su aplicación en los hornos de fusión de vidrio es posible reduciendo los costos de producción con una mejora de la calidad del producto.

El gas natural, compuesto principalmente por metano, permite temperaturas más bajas que las de otros gases empleados. Desde el punto de vista económico, su gran ventaja reside, en el precio al que es suministrado, pero también resulta muy importante la estabilidad de su composición que proporciona un elemento de calidad particularmente importante en esta industria.

- La Industria Textil:

La mayor parte de los procesos en los que interviene un combustible, utilizan como medio de acción el vapor de agua, sin embargo existen aplicaciones particulares de considerable importancia en las que el gas natural está presente en forma directa. El hilo después de su formación, presenta un aspecto irregular debido a las extremidades libres de las propias fibras que han escapado de la torsión. La eliminación de esta pelusa, ha sido siempre una gran preocupación de los industriales textiles. Esta eliminación se realiza mediante un chamiscado que se efectúa haciendo pasar, a una velocidad determinada, el hilo por encima de una llama muy caliente. Se trata, esencialmente de quemar las fibras sobrantes, sin carbonizar ni crear depósitos de alquitrán, que impedirá la acción de un buen tinte.

El hilo crudo bien elaborado debe presentar una coloración ligeramente gris, regular y homogénea, esto se logra cumpliendo:

⇒ Velocidad de paso constante y adecuada al trabajo.

- ⇒ Llama múltiple y regular, con cierta proporción de aire primario.
- ⇒ Empleo de un aspirador de los productos de la combustión que contienen un conglomerado de celulosa carbonizada y de cenizas producidas por dicha combustión.
- ⇒ Este proceso requiere la mayor constancia posible en la presión del gas natural.

- La Industria Química:

Considera al gas natural como una de las materias primas básicas para las síntesis químicas industriales más importantes, lo que la clasifica entre una de las más grandes consumidoras de gas natural y en particular podemos mencionar las siguientes actividades más importantes:

- ⇒ La síntesis del amoníaco de la cual se deriva toda la industria de los abonos nitrogenados y de la urea.
- ⇒ La síntesis del alcohol metílico o metanol que posee un gran número de utilidades en la industria química y en particular a la fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y adhesivos de uso corriente.
- ⇒ La síntesis del etileno, que es la primera materia de productos plásticos corrientes, como son el cloruro de vinilo y el acetato de polivinilo.

- La Industria del Cemento:

Consumo una considerable cantidad de energía térmica representando el combustible entre un 25% a un 40% del costo total del producto. Cuando se dispone del gas natural, se utiliza con frecuencia como fuente de calor para las cementeras. Estas quemar con frecuencia gas natural durante todo el año, y su precio es estable debido a que mantienen contratos insuspendibles.

El horno cementero, básicamente es un proceso que tiene como objetivo calcinar la piedra caliza y formar el clinker que cuando se mezcla con yeso forma el cemento, entonces por la torre entra la materia prima molida.

Posteriormente tiene que entrar a contracorriente con gas caliente a través de un sistema de precalentamiento de tipo ciclónico, en el que la materia prima viene en sentido contrario a través de los precalentadores ciclónicos y luego pasa a contracorriente a través del horno rotatorio, donde se enfría en el sistema de satélites y pasa ya convertido en clinker.

Dentro de las principales empresas de esta rama se encuentra CEMEX, la cual para 1994 consumía alrededor de 23 mil barriles diarios, equivalentes de combustóleo, 1,350 de coque petrolero, 2,800 de gas natural y 146 barriles de combustibles alternos.

Entre las más importantes industrias demandantes de gas natural destaca la industria siderúrgica (ver cuadro 2.2), una de las más antiguas, la cual se inició durante la colonización española (1521-1810). En esa época cuando se descubre el Cerro de Mercado, en Durango, avisando a la Corona de haber localizado un cerro de plata de inmensas dimensiones, pero cuando los metalúrgicos daban certeza al hecho se encontraron con que se trataba de mineral de fierro, ésta industria consume aproximadamente el 25% del total del sector industrial, resaltando la participación de los Estados de Nuevo León, Estado de México y Coahuila, los cuales representan conjuntamente el 53.5% en la participación nacional de esta industria.

Cuadro No. 2.2

CONSUMO NACIONAL DE GAS NATURAL SECO POR RAMA INDUSTRIAL

1991-1996

(Miles de metros cúbicos diarios)

| Rama | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Siderurgia | 5,740.4 | 5,725.7 | 5,074.4 | 5,722.8 | 6,136.8 | 7,053.7 |
| Química | 3,766.1 | 3,944.5 | 3,398.0 | 3,853.9 | 3,506.2 | 3,709.5 |
| Minería | 1,503.6 | 1,642.4 | 1,466.8 | 1,540.4 | 1,628.0 | 1,735.8 |
| Vidrio | 1,860.4 | 1,936.9 | 1,679.2 | 1,492.3 | 1,294.6 | 1,452.7 |
| Celulosa y papel | 1,784.5 | 1,452.7 | 1,206.3 | 1,262.9 | 1,119.1 | 1,220.5 |
| Cemento | 657.5 | 996.8 | 747.6 | 673.9 | 623.5 | 682.4 |
| Fertilizantes | 572.6 | 458.7 | 560.7 | 552.2 | 518.8 | 501.2 |
| Cerveza y malta | 325.6 | 406.1 | 351.1 | 399.3 | 289.4 | 382.3 |
| Aluminio | 135.9 | 196.2 | 175.6 | 220.9 | 224.3 | 249.2 |
| Hule | 235.0 | 235.0 | 124.6 | 147.2 | 136.5 | 118.9 |
| Automotriz | 127.4 | 110.4 | 130.3 | 130.3 | 119.8 | 130.3 |
| Aguas envasadas | 141.6 | 39.6 | 118.9 | 127.4 | 54.7 | 62.3 |
| Tabaco | 17.3 | 17.0 | 14.2 | 14.2 | 14.7 | 14.2 |
| Otras ramas ² | 7,342.5 | 7,331.2 | 7,699.3 | 7,161.3 | 9,990.7 | 9,758.0 |
| Total nacional | 24,210.6 | 24,494.0 | 22,746.9 | 23,304.7 | 25,655.0 | 27,070.9 |

¹ Estimado.

² Incluye la alimenticia, textil, bebidas destiladas, metalmeccanica, electrodoméstica, y calzado y piel.

Fuente: S.E. Prospectiva del Mercado de Gas Natural 1997-2006.

Dentro de ésta rama destaca la participación de la industria “HYLSA”, empresa siderúrgica nacional, para la cual el ahorro de energía es muy relevante, ya que representa el 16% de costos y gastos erogables, mitad de gas natural y mitad de energía eléctrica.

El consumo de gas natural se centra en el proceso de reducción directa del mineral, mientras la energía eléctrica se usa primordialmente en la acería, por lo que el ahorro de energía está ligado a los avances en la investigación y desarrollo tecnológico, para lo cual esta empresa invierte 5 millones de dólares* para la investigación de nuevas formas de ahorro de energía y desarrollo tecnológico.

* Fuente: 1er. Congreso Nacional de Asociación Mexicana para la Economía Energética A. C., “La Energía en México, Replanteamiento de Retos y Oportunidades”, IMP-UNAM, México, 1995.

Algunos de los casos más recientes de cambios dentro del sector Industrial los podemos listar de la siguiente manera:

- La empresa Almidones Mexicanos S.A. de C.V., es una industria que produce almidones y colorantes naturales, la cual se localiza en la zona industrial de Guadalajara, Jalisco y requiere energía térmica y eléctrica en sus procesos productivos. La eficiencia global de la energía que consume la empresa es de 57.4% la cual se incrementó instalando un sistema de cogeneración formado por un turbogenerador que consume gas natural y una caldera de recuperación. La eficiencia será del 76%, lo cual permitirá reducir los costos de energéticos que se utilizan en la planta en 327%, lo cual representa un ahorro de 63 mil 750 barriles equivalentes de petróleo y una disminución de 34 mil toneladas de emisiones contaminantes.
- Otro caso importante es la empresa Cartones Ponderosa S.A. de C.V., industria del ramo de la celulosa y el papel, produce diferentes tipos de cartón para embalaje. Se localizan en San Juan del Río, Querétaro, y requiere energía eléctrica y térmica. La eficiencia térmica del sistema generador de energía de la empresa es de 74% en tanto que la eficiencia de la energía eléctrica utilizada se estima en 33%. En este caso se valuó la conveniencia de instalar unidades móviles de cogeneración combinándolas con turbinas de vapor a contrapresión. El sistema permitirá a la empresa reducir 25% sus costos actuales de energéticos. La eficiencia global de la planta con el sistema de cogeneración instalado será de 59% en vez de 49% y un ahorro de 8.85 millones de metros cúbicos de gas natural al año.

Entre los Estados con mayor consumo de gas natural para este uso se encuentran Nuevo León, Coahuila y Veracruz (ver mapa No. 2.1).

Mapa No. 2.1

CONSUMO DE GN PARA USO INDUSTRIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA 1996
(Miles de metros cúbicos diarios)
(Promedio Anual)



Fuente: Elaboración propia, con base al documento "Reporte de la Proyección del Sector Industrial, 1997-2006" IMP.

Mientras que en nuestro país, el consumo de gas natural para uso industria ha mostrado un crecimiento promedio anual de 2.3% durante el período de 1991-1996, en Estados Unidos el crecimiento para este uso ha sido del 4.0%, representando el consumo de este sector el 40% de la participación total, el cual ha venido marcando un incremento constante a la alza, siendo el año de 1993 el más representativo alcanzando 226,000 MMm³, aproximadamente el 6% más con respecto al año de 1992.

Canadá, es otro país que muestra una gran madurez en el uso del gas natural para uso industrial; su consumo se encuentra entre uno de los más altos del mundo debido principalmente, a las enormes reservas de este hidrocarburo y a una alta concentración de industrias intensivas, por lo que enfrenta un gran reto el de crear conciencia entre la población del incremento de la eficiencia de la energía y control de la contaminación, mientras que protege el desarrollo económico de sus industrias vitales de energía.

Este país es dotado de una gran extensión de fuentes naturales de energía y es un exportador neto de gas natural, carbón, uranio y petróleo, pero también ha experimentado un alto crecimiento en sus emisiones contaminantes, siendo el sector energético responsable casi del 90% de estas emisiones.

El consumo industrial de Canadá es uno de los más altos del mundo, para 1992 consumió aproximadamente 34,000 BTU comparado con 26,000 BTU de Estados Unidos. Entre las principales industrias canadienses podemos mencionar la química y petróleo, papel y metales primarios como el aluminio y el acero.

2.3 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO DOMÉSTICO

El abastecimiento de energía en el sector residencial ha sido a través del consumo de gas LP principalmente, llegando a las estadísticas siguientes (ver cuadro No. 2.3).

Cuadro No. 2.3

VENTAS ANUALES DE GAS LICUADO POR ENTIDAD FEDERATIVA 1995
TOTAL ACUMULADO (Toneladas)

| ENTIDAD FEDERATIVA | TOTAL | PROMEDIO MENSUAL |
|----------------------|-------------|------------------|
| ARIZONA | 82,559.0 | 7,713.3 |
| ALABAMA | 268,080.0 | 22,340.0 |
| ALASKA | 26,814.0 | 2,401.2 |
| ARIZONA NOR | 23,259.0 | 1,938.3 |
| ARIZONA SUR | 271,202.0 | 22,800.2 |
| ARIZONA SUR | 38,278.0 | 3,189.8 |
| ARIZONA SUR | 118,099.0 | 9,841.6 |
| CHIHUAHUA | 447,089.0 | 37,257.4 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 893,624.2 | 82,802.0 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 106,151.0 | 8,845.9 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 349,686.0 | 29,138.8 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 144,843.0 | 12,070.3 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 120,436.0 | 10,036.3 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 597,728.0 | 49,810.7 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 1,370,387.8 | 114,199.8 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 281,157.0 | 23,429.8 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 161,330.0 | 13,444.2 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 59,392.0 | 4,949.3 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 281,818.0 | 23,468.0 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 98,822.0 | 8,235.2 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 327,870.0 | 27,322.5 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 100,269.0 | 8,355.8 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 44,058.0 | 3,671.5 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 154,345.0 | 12,862.1 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 160,234.0 | 13,352.8 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 260,111.0 | 21,675.9 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 78,147.0 | 6,545.6 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 242,499.0 | 20,208.3 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 101,768.0 | 8,480.7 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 418,580.0 | 34,881.7 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 74,799.0 | 6,233.3 |
| COAHUILA DE ZARAGOZA | 114,300.0 | 9,525.0 |
| TOTAL | 7,927,523.0 | 660,628.9 |

Fuente: Elaboración propia, con base al documento "Reporte de la proyección del sector Doméstico 1987-2006", SEP.

El mercado de gas LP en México es uno de los más grandes del mundo. Aproximadamente el 90% de la energía residencial es usada como combustible en estufas y calentadores y cerca de las 2/3 partes de la población lo utiliza también para uso comercial. Sin embargo, ha estado bajo subsidio por parte del gobierno, el cual fue estimado para el año de 1995 por 425 millones de dólares. De tal manera que el gobierno implementó la política de la eliminación paulatina de este subsidio en ciertas áreas de México, lo que dará un definitivo estímulo al desarrollo de la distribución de gas natural. Una adicional ventaja del gas natural sobre el gas LP, particularmente en el Norte de México, es la dificultad y el alto costo de transportar los grandes volúmenes de gas LP sobre enormes distancias.

La responsabilidad del mercado de gas LP se le atribuye ahora a la SE, ya que debido a la inseguridad potencial y el riesgo de desabasto eran dos de las características primordiales de las compañías gaseras, pese a las acciones y programas emprendidos por el gobierno para regularlas, sobre todo después de los trágicos sucesos de San Juan Ixhuatepec, cuando se planeó la transferencia de responsabilidades en materia de gas LP, que en mayo de 1995 hiciera la SECOFI a la SE. Estos problemas, aunados a la exigencia de la reubicación de las gaseras, llevaron a PEMEX a elaborar un proyecto de almacenamiento y distribución de gas para el Área Metropolitana de la Ciudad de México, el cual presentó al Comité en 1987. El proyecto consistía en la instalación de tres terminales satélite alimentadas por el gasoducto proveniente de Campeche, que corren del suroriente al norponiente de la zona metropolitana, por lo que PEMEX determinó ubicarlas en los municipios de Cuautitlán, Acolman e Ixtapaluca.

En cada uno se ubicaría una terminal de PEMEX, dotadas con tanques cilíndricos de 250 mil litros con una capacidad promedio de 14 millones 200 mil litros. Mediante este esquema se intentaba atender la demanda de la población metropolitana hasta el año 2010. Pero la realidad hecho por tierra las intenciones. La instalación de la planta de Ixtapaluca fue desechada por el fuerte crecimiento urbano de la zona, así que se propuso instalarse en Tláhuac, D.F. y la de Cuautitlán en la zona de Huehuetoca, pero debido a los rechazos al proyecto de PEMEX por parte de los residentes de los municipios afectados, se tuvieron que suspender estos proyectos.

Los sistemas de distribución en nuestro país son muy limitados, tanto en el número de comunidades que reciben el servicio como el número de usuarios beneficiados. En la región Noreste de nuestro país se encuentra el mayor consumo de este combustible, y es aquí donde se encuentran los más grandes sistemas de distribución, y donde la población ha tenido como hábito su consumo, entre otras causas por el clima de ésta zona. Actualmente únicamente existen 16 empresas distribuidoras en nuestro país, las cuales están localizadas principalmente en la zona fronteriza.

Las ciudades que cuentan con el servicio de gas natural, son las siguientes: Monterrey, Piedras Negras, Cananea, Nuevo Laredo, Querétaro, Ciudad de México en un porcentaje muy pequeño, Saltillo y Matamoros (ver mapa No. 2.2).

Mapa No. 2.2

CONSUMO DE GN PARA USO DOMÉSTICO POR ENTIDAD FEDERATIVA 1996
(Miles de metros cúbicos diarios)
(Promedio Anual)



Fuente: Elaboración propia, con base al documento "Reporte de la Proyección del Sector Doméstico 1997-2006" IMP.

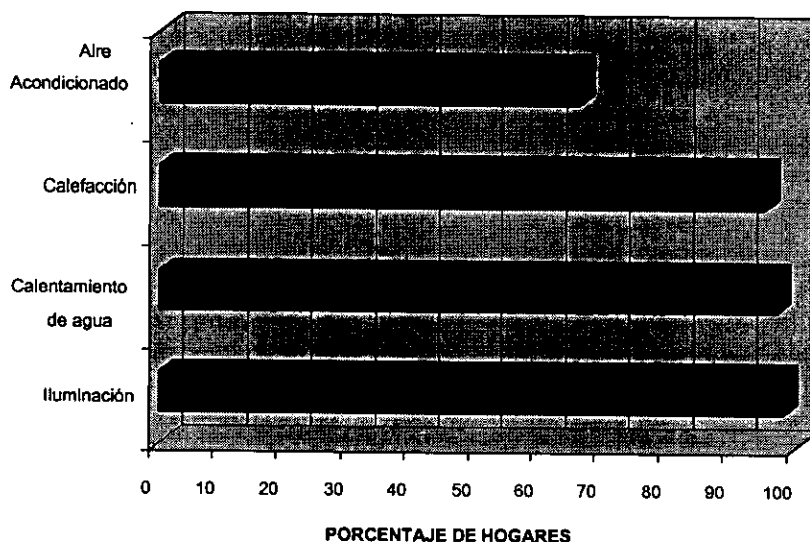
Sin embargo, existen muchas otras ciudades en nuestro país que pueden contar a corto y mediano plazo con un sistema de distribución de gas natural en algunas por que ya se

cuenta con gasoducto y otras por su importancia se puede construir una línea de transporte para llegar a ellas, propiciando la inversión en infraestructura para beneficio de la población. Debido a lo anterior la CRE en el año de 1996 inició con la puesta en marcha de este programa y debido a la magnitud de este proyecto seguramente tendrá efectos muy considerables en el mercado del gas natural, lo cual se tendrá la oportunidad de analizar en los capítulos siguientes.

Mientras en nuestro país, el consumo de gas natural para este sector, atraviesa por la fase inicial, en otros países, ya ocupa un lugar importante en el balance energético, tal es caso de Estados Unidos, donde su uso para este sector se caracteriza específicamente en tres principales usos: calentamiento de agua, calefacción e iluminación; representando una parte importante del consumo; mientras que para uso comercial, principalmente en los edificios comerciales el uso del gas natural se centra en la generación de electricidad, es decir, para uso de las plantas generadoras suplentes y para cocinar, el cual ha tenido un avance histórico considerable (ver gráfica No. 2.2 y 2.3).

Gráfica No. 2.1

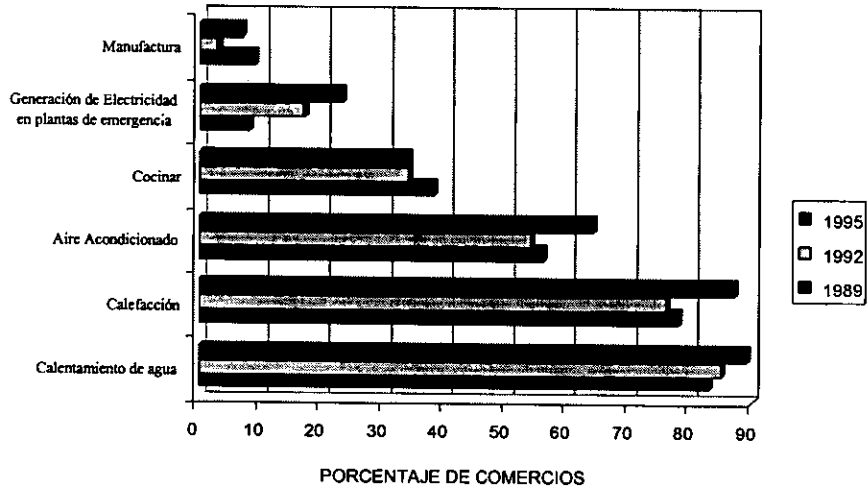
USO FINAL DEL GAS NATURAL PARA USO RESIDENCIAL EN EUA 1993



Fuente: EIA. "Uso final del GN para uso residencial 1993".

Gráfica No. 2.2

USO FINAL DE GAS NATURAL PARA USO COMERCIAL EN EUA 1989, 1992 Y 1995



Fuente: EIA. "Uso final del GN para uso comercial, 1993"

El año de mayor crecimiento en el consumo para el sector residencial fue el año de 1996, registrando un consumo de 148,210 MMm³, lo que representó un incremento casi del 8% con respecto al año anterior (ver cuadro No. 2.4).

Cuadro No. 2.4

CONSUMO DE GAS NATURAL EN EUA 1992-1996
(Variación porcentual)

| Año | Residencial | Comercial | Industrial |
|------|-------------|-----------|------------|
| 1992 | 2.94 | 2.71 | 4.09 |
| 1993 | 5.67 | 2.14 | 6.03 |
| 1994 | -2.18 | 1.19 | 2.33 |
| 1995 | 0.04 | 4.73 | 5.06 |
| 1996 | 7.92 | 5.67 | 2.52 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la EIA.

En Europa, dentro del consumo sectorial de gas hay diferencias muy marcadas, sobre todo en los países que integran la Comunidad Europea. Dentro del sector residencial y comercial se ha incrementado continuamente desde 1970 debido a la expansión de los sistemas de distribución y asociado al incremento del número de usuarios, que en corto período ha evolucionado, por ejemplo de 1988 a 1989 por el clima tan frío se incremento substancialmente, alcanzando grandes volúmenes casi de la mitad del consumo; para 1991 aproximadamente 55 millones de hogares de los países de la CEE, se encontraban abastecidos con gas natural (en 1970, 39 millones), en otras palabras, casi la tercera parte de la población de estos países usa gas principalmente en calefacción, para cocinar y en la generación de agua caliente.

Las industrias de gas en la CEE cooperan cercanamente en los yacimientos de gas con tecnología y construcción de una extensiva y eficiente red de gasoductos para la distribución de gas en los mercados europeos, lo que contribuye al abastecimiento seguro. La industria del gas europeo para 1991 operaba sobre los 950,000 Km² de ductos, distribuyendo gas a 55 millones de hogares en Europa. Las características esenciales del mercado europeo lo podemos resumir de la siguiente manera:

- Las compañías internacionales participan activamente en el nivel de producción.
- La mayor parte de las industrias de gas cuentan con un alto grado de concentración en los mercados de gas natural.
- Con excepción de Francia y Reino Unido las compañías locales o regionales participan activamente en los niveles de distribución.

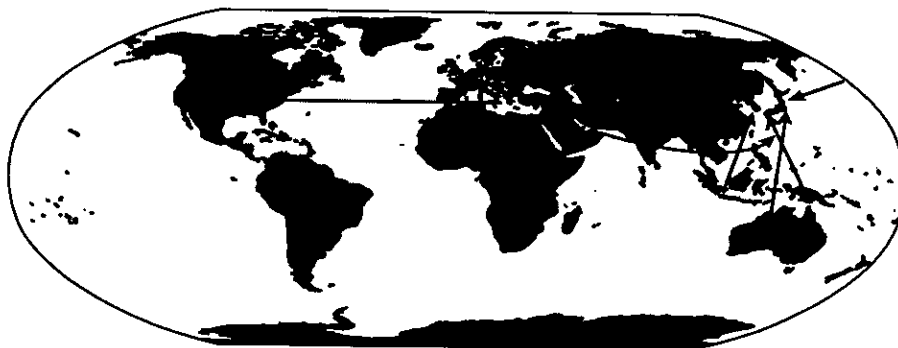
Por su parte en Asia, el consumo de gas natural se encuentra basado fundamente en importaciones de gas natural licuado, en donde, la mayor demanda de importaciones de gas natural licuado se encuentran en este continente (ver mapa No. 2.3), resaltando la participación de Japón, en el cual representan el 37% de total de su demanda. Para Corea del Sur, virtualmente todo el gas consumido en Corea del Sur es de este tipo.

* Fuente: Economics and Energy Industry Department. "Natural Gas in Europe", Estados Unidos, 1992, p. 3.

Este país inició sus importaciones aproximadamente 10 años atrás como alternativa para su abastecimiento y ha continuado con un crecimiento muy marcado principalmente para la generación de energía “The Korea Gas Corporation” “(KORGAS)”, recientemente ha incrementado su abastecimiento hacia el sector comercial y residencial, así como para el uso industrial a través de 32 distribuidores locales.

Mapa No. 2.3

PRINCIPALES RUTAS DE FLUIDO DE GNL, 1997



Fuente: British Petroleum Company, *BP Statistical Review of World Energy 1997*.

2.4 ANÁLISIS DEL CONSUMO PARA USO DE TRANSPORTE

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es una de las áreas urbanas más pobladas del mundo, aunado a esto, existe un gran problema de emisión de contaminantes. A la fecha para este uso no se tienen registro de consumo de gas natural, ya que es el primer programa que pone en marcha el gobierno de la ciudad.

A través de la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad, con apoyo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, realiza una serie de estudios orientados al mejoramiento y cuidado del medio ambiente.

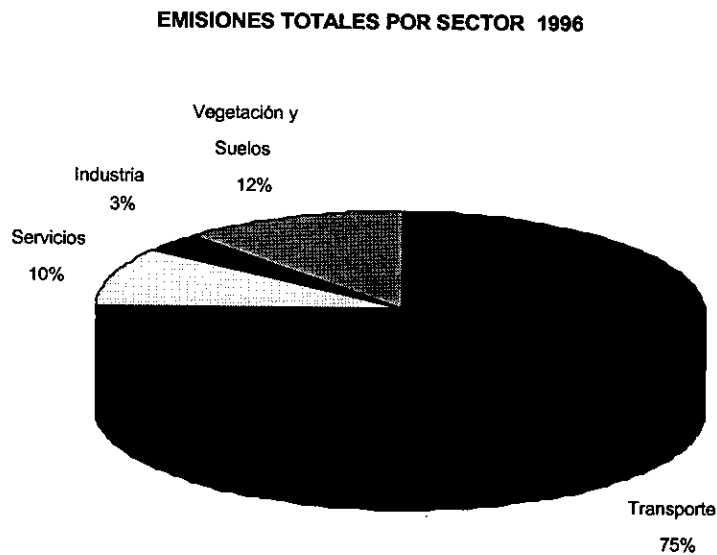
Las necesidades de transporte de la ciudad crecen a medida que la población aumenta y la ciudad se expande, por lo que se requiere de una integración de políticas urbanas que coadyuven a la formación de nuevas estructuras de transporte eficiente, seguro y

ambientalmente limpio.

Por lo que las emisiones contaminantes dependen de múltiples factores:

- La antigüedad del parque vehicular;
- La tecnología de motores y sistemas de control de emisiones;
- El mantenimiento de las unidades;
- La distancia recorrida diariamente;
- Los daños en las infraestructuras;
- Los hábitos de manejo de los conductores y principalmente;
- La calidad de los combustibles que se consumen, siendo este sector el principal generador de emisiones contaminantes (ver gráfica No. 2.3).

Gráfica No. 2.3



Fuente: Elaboración propia con base a información del DDF.

El gobierno mexicano está decidido a impulsar en el mercado nacional el uso de vehículos que utilicen gas natural como combustible, lo que permitirá abatir entre 80 y 90% la

contaminación generada por la circulación de alrededor de tres millones de automóviles en la capital de la República y su área metropolitana, lo que específicamente para la ZMVM se consideran 9 medidas específicas que coadyuvaran de manera importante a disminuir la generación de contaminantes generadas por el sector transporte (ver cuadro No. 2.5).

Cuadro No. 2.5

**MEDIDAS PROPUESTAS DE IMPACTO DIRECTO
PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES**

| Vehículos de uso particular | |
|---|--|
| Medida | Descripción |
| Introducción programada de normas de baja emisión de contaminantes en automóviles de uso particular | Introducción a la circulación de vehículos nuevos que progresivamente cumplan con normas más estrictas, con base en un programa calendarizado |
| Retiro acelerado de la circulación de vehículos año-modelo anteriores a 1980 (650,343 unidades) | Establecimiento de mecanismos que faciliten la eliminación de vehículos modelo 1980 y anteriores que por sus condiciones mecánicas son los más contaminantes |
| Retroadaptación de convertidores catalíticos (unidades 1985-1990) | Retroadaptación de convertidores catalíticos a vehículos no equipados de fábrica con este dispositivo |
| Transporte Público | |
| Introducción programada de normas de baja emisión de contaminantes en taxis | Adopción calendarizada de normas de baja emisión de contaminantes para esta categoría de vehículos de uso intensivo |
| Conversión de microbuses al uso de gas natural | Impulso y regulación del uso de gas natural en vehículos de transporte de pasajeros |
| Sustitución de microbuses con autobuses normatividad EPA | Reforzamiento de la vigilancia las políticas de sustitución a unidades de mayor capacidad |
| Conversión de autobuses al uso de gas natural | Impulso y regulación del uso del gas natural en vehículos de alta capacidad |
| Transporte de carga | |
| Renovación de la flota vehicular del transporte público federal y local | Promoción de la sustitución de unidades con más de 15 años de antigüedad |
| Incorporación gradual de un porcentaje creciente de vehículos nuevos de flotillas a combustibles alternos | Inclusión de todo tipo de vehículos pertenecientes a flotillas, aún a los más ligeros |

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por el GDF.

Como se observa en el cuadro anterior la participación del uso de gas natural tendrá un papel importante en la aplicación de estas medidas. Por su parte el dirigido a los microbuses cuya medida tiene el objetivo de reducir emisiones de los vehículos que prestan el servicio de colectivos con itinerario fijo (microbuses), al considerar la conversión programada de estas unidades e incrementándose las conversiones anualmente hasta completar para el año

2010 un 60% de estas unidades a gas natural, calendarizándolo de la siguiente manera: (ver cuadro No. 2.6).

Cuadro No. 2.6

**CONVERSION CALENDARIZADA DE MICROBUSES
AL USO DE GAS NATURAL**

| ANO | CONVERSIONES (No. DE VEHICULOS) | CONVERSIONES (%) |
|------|------------------------------------|------------------|
| 1998 | 1,000 | 2% |
| 1999 | 2,000 | 4% |
| 2000 | 3,000 | 6% |
| 2001 | 4,000 | 8% |
| 2002 | 5,000 | 10% |
| 2003 | 7,366 | 15% |
| 2004 | 9,756 | 20% |
| 2005 | 12,114 | 25% |
| 2006 | 14,432 | 30% |
| 2007 | 16,675 | 35% |
| 2008 | 18,868 | 40% |
| 2009 | 23,349 | 50% |
| 2010 | 27,739 | 60% |

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por el GDF.

Con respecto a la conversión de autobuses, con la finalidad de reducir aún más las emisiones de precursor de ozono, se propone el uso de gas natural en camiones urbanos. Los factores de emisión de las unidades a gas natural en comparación con las unidades nuevas a diesel son de magnitudes similares en el caso de monóxido de carbono e hidrocarburos. Adicionalmente, en el caso de los óxidos de nitrógeno, las emisiones provenientes de la quema de gas natural utilizando convertidor catalítico son aproximadamente 60% menores. Se espera iniciar en 1999 con el 10% de la flota de autobuses dedicados al uso de gas natural para incrementarse paulatinamente hasta cubrir el 65% en el año 2010. Su calendarización se presenta de la siguiente manera: (ver cuadro No. 2.7).

Cuadro No. 2.7

**CONVERSION CALENDARIZADA DE AUTOBUSES
AL USO DE GAS NATURAL**

| AÑO | AUTOBUSES DEDICADOS | PORCENTAJE DE LA FLOTTA |
|------|---------------------|-------------------------|
| 1999 | 1,209 | 10% |
| 2000 | 1,964 | 15% |
| 2001 | 2,818 | 20% |
| 2002 | 3,773 | 25% |
| 2003 | 4,827 | 30% |
| 2004 | 5,982 | 35% |
| 2005 | 7,136 | 40% |
| 2006 | 8,366 | 45% |
| 2007 | 9,296 | 50% |
| 2008 | 10,225 | 55% |
| 2009 | 11,155 | 60% |
| 2010 | 12,084 | 65% |

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por el GDF.

El GDF considera que con la aplicación de esta medida permitirá reducir en el año 2010 con respecto a sus pronósticos 4 mil 790 toneladas anuales de óxidos de nitrógeno y 576 de partículas totales, lo cual significa una reducción del 40% para ambos contaminantes, lo es muy parecido para las emisiones para el caso de hidrocarburos y monóxido de carbono.

Y por último la sustitución e introducción de vehículos nuevos de flotillas de carga (mercantil, servicio público federal y servicio público local) al uso de combustibles alternos (evaluada por unidades convertidas o dedicados al uso de gas natural comprimido).

La evaluación de la medida considera inicialmente el uso de gas natural debido a la poca penetración que se observa para los combustibles alternos en la ZMVM. Sin embargo, el beneficio en reducción de emisiones se considera de magnitudes similares al usar otro tipo de combustible alternativo.

Se plantea iniciar con un bajo número de vehículos durante los primeros 3 años, debido a la falta de infraestructura que permita soportar un programa de mayor cobertura. Durante este período se buscará consolidar la infraestructura de almacenamiento, distribución y comercialización de gas natural necesaria, que permita fomentar el uso de este combustible

al uso masivo en flotillas particulares incluyendo mercantiles, públicas federales y locales con los porcentajes establecidos para el año 2001.

Por lo que se refiere al gas natural para uso de transporte vehicular, varios son los países que han implementado el objetivo de mejoramiento en la calidad de los combustibles y el uso de combustibles alternos más limpios, lo que ha necesitado una serie de disposiciones como la modificaciones a los vehículos, la creación de la infraestructura necesaria y el desarrollo de la cultura en la sociedad para su utilización; así como fuertes apoyos gubernamentales para su desarrollo.

El fomento del uso de combustibles alternos en el transporte vehicular ha sido impulsado por diversos mecanismos como motivación a los usuarios al cambio tal es el caso de:

Estados Unidos

El gobierno federal de los Estados Unidos emitió en el año de 1990 una ley denominada "Clean Air Act Amendments", en la cual se establecen los lineamientos generales para lograr una reducción en las emisiones contaminantes; estableciendo el porcentaje de compra de vehículos nuevos a combustibles alternos de las flotillas privadas, federales y estatales con 10 o más unidades deberán adquirir.

En 1992 se emitió el Energy Policy Act, para reforzar este uso de combustibles alternos utilizando los siguientes mecanismos:

- Un programa más agresivo al anterior para las flotillas federales y estatales.
- Deducción de impuestos:
 - ⇒ Por vehículo convertido: 2,000 dólares.
 - ⇒ Por adquisición de nuevos vehículos que utilicen combustibles alternos de: 2,000 hasta 50,000 dólares.
 - ⇒ Por instalación de estaciones de servicio: hasta 100,000 dólares.

Adicionalmente se han emitido ordenes Ejecutivas Federales 12759 y 12844, las cuales refuerzan el uso de combustibles alternos.

Nueva Zelandia

Este país estableció un plan estratégico, para convertir el 10% de la flotilla nacional a Gas Natural Comprimido (GNC) contemplando los siguientes lineamientos:

- El precio del gas no debe ser mayor al 50% del precio del litro equivalente a gasolina.
- Fomentar las estaciones de llenado con financiamiento a bajos intereses y préstamos a propietarios de flotillas para la conversión de vehículos.

Australia

Para el año de 1988, inicia el gobierno australiano la investigación y desarrollo de combustibles alternos con una erogación inicial de 5 millones de dólares.

En 1992, el gobierno publica el plan 10/10 que significa la sustitución del 10% del transporte de gasolina y diesel por GNC en un plazo de 10 años y garantiza que durante cinco años los combustibles alternos ecológicos estarán libres de impuestos; comprometiéndose que notificará con un año de anticipación cualquier cambio en esta política.

Argentina

Este país es uno de los países con mayor uso de gas natural en el transporte y su gran éxito se debe principalmente a un diferencial mayor del 50% entre el precio del gas natural y el del litro equivalente de gasolina, lo que ha permitido que en 10 años se convirtieran 300,000 vehículos, desarrollar la infraestructura y la creación de toda una industria.

2.5 ANÁLISIS DE PRECIOS DEL GAS NATURAL

El intento por varios países, especialmente los productores habían luchado por conseguir la paridad de precios del gas, con el petróleo crudo. México fue el primero en indizar el precio de sus exportaciones a una mezcla de crudos cuyo precio estaba determinados por la OPEP. Los expertos consideraban que la paridad internacional de precios del crudo no se lograría en mucho tiempo por cuatro razones:

- a) "El gas no compite directamente con el crudo sino con dos o tres de los productos derivados de él más baratos: el gasoil, empleado para generar calor, y los combustibles que se usan en las calderas, y no compite con otros productos petroleros más costosos, como la gasolina.
- b) Ya no se teme la aparición de una nueva crisis petrolera mundial, ligada a un aumento de los precios del crudo. En cualquier caso, se piensa que, si el precio del crudo y de los productos derivados llegara a subir, el gas podría competir con la electricidad para usos domésticos, y con el carbón en el sector industrial...
- c) El transporte del gas es más costoso que el del petróleo por que tiene que movilizarse a presión o a baja temperatura. Además, el transporte marítimo de gas es costoso e intensivo en energía, en tanto que el terrestre, por gasoducto, es intensivo en capital.
- d) Los aumentos de los precios, resultantes de una aplicación de la paridad, podrían generar un menor volumen de ventas. Por lo tanto los productores que la hubieran logrado obtendrían muy pocos beneficios de ella...²⁸

A pesar de la gran utilización del gas natural a lo largo del mundo su precio es relativamente barato, basado en la gran producción y reservas existentes, el procesamiento para la transportación es altamente especializado, requiriendo billones de dólares en inversión para la colocación de nuevas facilidades de transportación. Podemos decir que por cada millón de pies cúbicos de gas liberado para el usuario final, menos del 30% del costo es destinado a fuentes de abastecimiento y el resto refleja el costo de procesamiento y

transportación.

Por lo que el costo del gas natural puede variar considerablemente entre los países, particularmente con respecto a los efectos del costo de la construcción local, sin embargo podemos estimar:

| | | |
|-------------------------|------|-----------------|
| Costo de producción | 0.50 | dólar por MMBTU |
| Costo de liquefacción | 2.50 | dólar por MMBTU |
| Costo de transportación | 0.75 | dólar por MMBTU |

Por lo que podemos considerar que el costo sea aproximadamente de 3.75 dólares por MMBTU, para la colocación de éste en la planta de regasificación.

A partir del primer shock petrolero se vuelven altamente rentables las operaciones de localización y desarrollo de gas natural. No sólo se considera que el gas debe tener un valor de mercado más alto sino que además los gobiernos, sobre todo los de los países industrializados dirijan el uso de éste a usos premium, en los cuales el gas está mejor adaptado que cualesquier otro combustible.

La transportación del gas liquido a través de grandes distancias encierra problemas de porciones de pérdida en el embarque, las cuales son pérdidas inevitables como la evaporización o bullición de la carga, las cuales disminuyen el valor del embarque. Los volúmenes dependen de un número de factores tales como la distancia, la velocidad del embarque y la estimación de la evaporización. Estos factores pueden variar por muchas razones incluyendo la edad del medio para trasladarlo, como las condiciones del clima durante el viaje, pero la distancia muestra ser el primer determinante.

En el siguiente cuadro se muestran algunas comparaciones entre diferentes distancias y las pérdidas posibles:

²⁸ Serrato, Marcela "Situación Actual y Perspectivas del Gas Natural en México", Colegio de México, México, 1982, p. 851.

Cuadro No. 2.8

PÉRDIDAS DE GAS NATURAL - DISTANCIA

| Origen | Destino | Distancia (millas Aprox.) | Pérdidas de GNL (fracción del embarque) |
|------------------------|------------------|------------------------------|--|
| Argelia | Everett, MA | 3,303 | 1.7% |
| Emiratos Árabes Unidos | Everett, MA | 7,871 | 4.1% |
| Auatralia | Everett, MA | 11,874 | 6.2% |
| Venezuela/Trinidad | Everett, MA | 2,075 | 1.1% |
| Argelia | Lake Charles, LA | 4,962 | 2.6% |
| Emiratos Árabes Unidos | Lake Charles, LA | 9,533 | 5.0% |
| Venezuela/Trinidad | Lake Charles, LA | 2,275 | 1.2% |
| Golfo Pérsico | Japan | 7,400 | 3.6% |
| Indonesia | Japan | 2,400 | 1.3% |
| Alaska | Japan | 3,200 | 1.7% |

Nota: Las pérdidas de gas fueron basadas considerando, una velocidad del embarque de 20 millas náuticas por hora y la pérdida de gas de 0.25 por ciento por día.

Fuente: Energy Information Administration (EIA), Office of Oil and Gas.

Al ser el gas natural un producto cuyo transporte resulta elevado, los precios del mismo varían con mayor intensidad de unas zonas a otras que los del petróleo. Los precios al consumidor son variables, según el alejamiento del centro de consumo a las zonas de producción.

En México, anteriormente el precio del gas natural había sido manejado discriminatoriamente:

“...PEMEX no tenía una política de precios definida para sus productos, sino que iba ajustando cuando la situación financiera del Gobierno Federal era difícil²⁹(ver cuadro No. 2.9).

²⁹ Garza Galindo, Alejandro, “Comportamiento de las ventas de GN en México 1960-1983”, ITAM, México, 1984, p. 23.

Cuadro No. 2.9

**PRECIO DE VENTA DE GAS NATURAL Y GAS LICUADO
1949-1982**

| Año | Gas Natural \$/m ³ | | Gas Licuado \$/kg |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| | Industrial | Doméstico | |
| 1949-1952 | | | 0.25 |
| 1953-1957 | | | 0.85 |
| 1958 | 0.09 | 0.09 | 0.85 |
| 1959 | 0.11 | 0.11 | 0.85 |
| 1960 | 0.11 | 0.11 | 0.85 |
| 1961-1971 | 0.12 | 0.12 | 0.85 |
| 1972-1973 | 0.14 | 0.14 | 0.85 |
| 1974 | 0.18 | 0.70 | 2.05 |
| 1975 | 0.18 | 0.70 | 2.08 |
| 1976 | 0.18 | 0.70 | 2.28 |
| 1977 | 0.26 | 0.77 | 2.40 |
| 1978 | 0.26 | 0.77 | 2.40 |
| 1979 | 0.28 | 1.21 | 2.40 |
| 1980 | 0.35 | 1.21 | 2.50 |
| 1981 | 0.45 | 1.21 | 3.15 |
| 1982 | 0.92 | 1.60 | 4.72 |

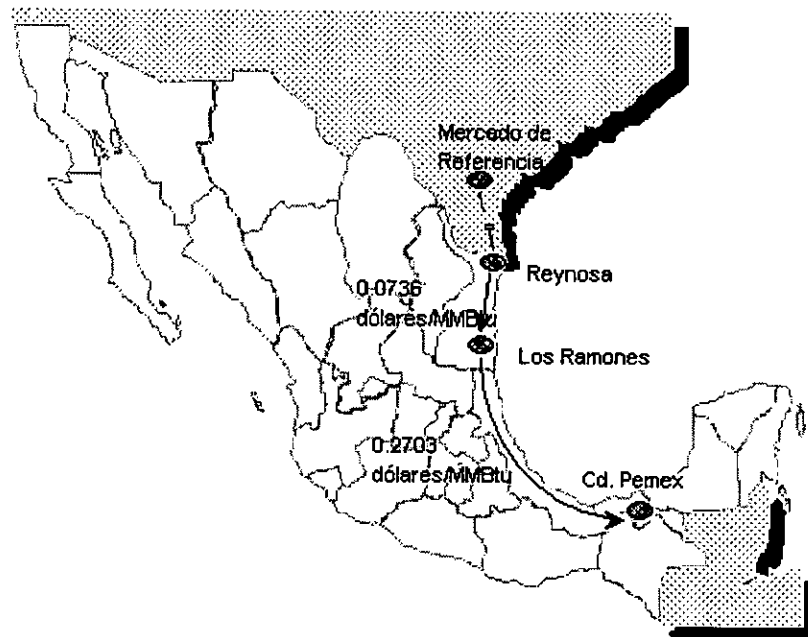
Fuente: Garza Galindo, Alejandro. Ob. Cit.

En abril de 1991 se constituyó el Comité de Precios de Productos Petrolíferos, Gas Natural y Productos Petroquímicos, integrado por la SE, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM) y PEMEX.

A finales del año de 1995, con la creación de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), se le confirió la facultad, en este ámbito, de participar en la determinación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica, así como expedir la metodología para la determinación de los precios de gas natural y del gas LP.

- En México los precios de primera mano se determinan en base a la metodología “NET BACK”, la cual fue aprobada por el Comité el 21 de Julio de 1995, en donde el precio en Reynosa es igual al del mercado de referencia (que es un promedio de los índices Tetco y Valero). Tetco, es el índice de Texas Eastern Transmission Corp. South Texas, y el segundo es el índice de Valero Transmission L.P. Texas; ambos publicados por Inside F.E.R.C.’s Gas Market Report.
- En esta metodología el punto de arbitraje, se ubica en Los Ramones (ver mapa No. 2.4).
- El Precio de Ventas de primera Mano en Cd. Pemex es igual a los precios en el mercado de referencia, más tarifa de transporte autorizada Reynosa-Los Ramones (0.0736 dólares /MMBtu), menos la tarifa de transporte autorizada Los Ramones-Cd. Pemex (0.2703 dólares/MMBtu) (ver cuadros No. 2.10 y 2.11).

Mapa No. 2.4



Fuente: CRE. Precios de Venta de Primera Mano (NET BACK)

Cuadro No. 2.10

FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

| Sectores | Precio al consumidor | Precio de Referencia |
|---|--|----------------------|
| Chihuahua, Monterrey, Torreón, Reynosa | Precio de referencia + Tarifa de transporte + Costo de Servicio + IVA | Reynosa |
| Madero, Guadalajara, Venta de Carpio, Poza Rica, Veracruz, Minatitlán, San Fernando, Salamanca, Valle de México, Apizaco, Cd. Mendoza, Cárdenas | Precio de referencia + Tarifa de transporte + Costo de Servicio + IVA | Cd. Pemex |
| Naco, Piedras Negras | Precio de Importación + Costo de Servicio + IVA | - |
| Ciudad Juárez, Samalayuca | Precio de referencia + Tarifa de transporte de importación + Tarifa de transporte (nacional) + Costo de Servicio + IVA | Ciudad Juárez |

Nota: Aprobadas el 25 de julio de 1995.

Fuente: CRE. Precios de Venta de Primera Mano (NET BACK)

Cuadro No. 2.11

TARIFAS DE TRANSPORTE DE PEMEX

| Sector | Tarifa Sencilla (dls/Gcal) | Tarifa Acumulada (dls/Gcal) |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| Naco | 0.15362 | 0.15362 |
| Minatitlán | 0.06679 | 0.14193 |
| Cárdenas | 0.08349 | 0.08349 |
| Monclova | 0.23794 | 0.72216 |
| Monterrey | 0.19202 | 0.48422 |
| Reynosa | 0.29220 | 0.29220 |
| San Fernando | 0.28386 | 1.07281 |
| Madero | 0.22541 | 0.80148 |
| Cd. Juárez | 0.07096 | 0.07096 |
| Chihuahua Norte | 1.41928 | 3.34365 |
| Chihuahua Sur | 1.09368 | 1.92438 |
| Torreón | 0.83070 | 1.31492 |
| Poza Rica | 0.10436 | 0.57606 |
| Veracruz | 0.33395 | 0.47170 |
| Valle de México | 0.89749 | 1.98282 |
| Venta de Carpio | 0.14610 | 1.08951 |
| Apizaco | 0.45083 | 0.94340 |
| Cd. Mendoza | 0.42996 | 0.51345 |
| Guadalajara | 1.71148 | 3.25599 |
| Lázaro Cárdenas | 1.21891 | 2.76340 |
| Salamanca | 0.45500 | 1.54451 |

*La tarifa acumulada es la que se utiliza para facturar el gas en cada sector y se calcula sumando

la tarifa sencilla de los sectores por donde se transporta el gas a su destino.

Fuente: CRE. Tarifas de transporte del Gas Natural del Diario Oficial de la Federación (4 de abril de 1996).

Para comparar el precio del gas natural dentro de estos sectores, podemos decir que el comportamiento entre los precios nacionales con los de Estados Unidos han mostrado una clara diferencia a lo largo de este período (ver cuadros No. 2.12 y 2.13).

Cuadro No. 2.12

**PRECIO PROMEDIO NACIONAL DE GAS NATURAL PARA
EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y INDUSTRIAL EN EUA, 1991-1996**

(Dólar por Mil pies cúbicos)

| ANO | PRECIO RESIDENCIAL | PRECIO COMERCIAL | PRECIO INDUSTRIAL |
|------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1991 | 5.82 | 4.81 | 2.69 |
| 1992 | 5.89 | 4.88 | 2.84 |
| 1993 | 6.16 | 5.22 | 3.07 |
| 1994 | 6.41 | 5.44 | 3.05 |
| 1995 | 6.06 | 5.05 | 2.71 |
| 1996 | 6.29 | 5.38 | 3.35 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la EIA.

Cuadro No. 2.13

PRECIOS POR SECTOR DE GAS NATURAL EN MÉXICO 1992-1996

(Dólar por Mil pies cúbicos)

| ANO | Doméstico | Industria | Electrico |
|------|-----------|-----------|-----------|
| 1992 | 1.97 | 1.97 | 1.97 |
| 1993 | 3.2 | 2.22 | 2.31 |
| 1994 | 3.38 | 2.04 | 2.04 |
| 1995 | 1.48 | 1.52 | 1.49 |
| 1996 | 2.39 | 2.41 | 2.18 |

Estimado con el Tipo de cambio promedio del mercado en el período.

Fuente: Elaboración propia, con base en información de SE.

Por lo que podemos concluir de este apartado afirmando que la tendencia a sustituir otros combustibles por gas natural dentro del sector industrial, doméstico y de transportes, debido a sus múltiples ventajas, será cada vez mayor no sólo en México, sino en el resto del mundo. De acuerdo a la proyección de la AIE realizadas en abril de 1997, la demanda mundial esperada para el 2015 alcanzará 4.1 Bm³, lo que representaría un incremento del 85% con respecto al nivel de 1995; donde la demanda más alta, es proyectada hacia los países desarrollados, debido principalmente a que estos, ya cuentan con una infraestructura adecuada.

CAPITULO 3

BASES DEL MODELO ECONOMÉTRICO

Es importante y fundamental el uso de modelos matemáticos, para establecer una política energética. El poder predecir el consumo de gas natural para uso industrial, doméstico y de transporte, resulta de vital relevancia, dada la trascendencia de los energéticos; por lo que se espera que el papel del gas natural dentro del balance de energía marcará una tendencia positiva.

Una vez establecidas las características y datos históricos del consumo de gas natural para uso industrial, doméstico y de transportes, es en este capítulo, donde se definirán las especificaciones y fines del modelo; así como la especificación de la problemática, los riesgos que implica el uso de este combustible dentro de estos sectores, lo cual se considera un factor importante para fomentar una cultura respecto a este combustible en la población.

Para la proyección en específico del sector industrial, se consideran los lineamientos del PRONAFIDE y las cifras estimadas por la OLADE, con apoyo de la Comisión Europea, los cuales servirán de base para establecer los tres escenarios propuestos, uno conservador (bajo), alternativo (promedio entre alto y bajo) y finalmente uno deseado (alto).

3.1 DEFINICIÓN DE MODELO ECONOMÉTRICO

Para poder establecer una fecha precisa del surgimiento de la econometría, Alfred Cowles coincide con Schneider en que la econometría estrictamente hablando tuvo sus orígenes en la Europa del siglo XIX, principalmente con los trabajos de Von Thunen, Cournot, Walras, Jevons, Edgeworth, Pareto y Wicksell.

Al mismo tiempo que en la última mitad del siglo pasado se han afianzado los primeros pasos a la Teoría Económica Matemática, la Estadística sentaba las bases de sus futuros desarrollos. El método de mínimos cuadrados, introducido por el matemático Legendre en 1806, se comenzó a extender a otros campos. Laplace, Gauss, Galton, K. Pearson y Fisher

lo generalizaron y aplicaron al análisis de la regresión.

Existen diferentes conceptos de “Econometría”, alguno de ellos limitados; pero todas ellas coinciden con dos características fundamentales:

- La econometría es inevitablemente cuantitativa; y
- Está en estrecho contacto con la realidad.

...”Por lo tanto podemos decir que la econometría es aquella rama de la ciencia económica que trata de cuantificar, es decir de representar numéricamente las relaciones económicas, lo cual se realiza mediante una adecuada combinación de la Teoría Económica, de la Matemática y de la Estadística”...³⁰ Por lo que el método de la econometría se constituye de cuatro puntos o fases:

- Especificación del modelo econométrico.
- Estimación.
- Verificación.
- Predicciones o pronósticos.

La primera toma de la Teoría Económica aquellas teorías, leyes o hipótesis particulares que desean investigar; la segunda utiliza como instrumentos auxiliares las matemáticas y la estadística para su especificación en forma de modelos matemáticos, en su estimación y verificación; la tercera vuelve de nuevo a la teoría económica para utilizar adecuadamente la expresión cuantificada de la teoría o modelo particular y la cuarta se convierte en un instrumento de la política económica. Por lo que los modelos econométricos se refieren a fenómenos económicos:

³⁰ Barbancho, Alfonso G., “Fundamentos y Posibilidades de la Econometría”, Ed. Ariel, España, 1976, p. 26.

...”Para Chakravarty la manera usual de emplear el razonamiento matemático en economía es a través de la construcción de modelos matemáticos. Un modelo matemático es una imagen idealizada del mundo real en que las interrelaciones entre las diferentes variables económicas se presentan con la ayuda del simbolismo matemático y el proceso ordinario”...³¹

Por lo que se puede concluir que “modelo es un conjunto de relaciones matemáticas (usualmente ecuaciones) que expresan una teoría económica”

Hicks menciona:

“La teoría como tal es sólo una herramienta de mercado, la explicación de lo sucedido lo analiza el historiador de los negocios...”

...La Teoría Económica y la Econometría son acompañantes del análisis histórico, el cual procura explicar el acontecer de eventos pasados para la proyección de eventos futuros”...³²

3.1.1 BASES Y FIN DEL MODELO

El principal propósito para la construcción de una ecuación de modelos de regresión es la predicción o proyección. Una predicción es una estimación cuantitativa (de una serie de estimaciones) acerca de la probabilidad de eventos futuros basados en el pasado y reciente información, la cual es incorporada en la forma de un modelo.

³¹ Idem. p. 37.

³²Gavin Clydesdale, Reid, Ob. Cit., p.16.

Dada la trascendencia de los energéticos en el momento actual, y la participación del gas natural en la demanda nacional se considera importante contar con un modelo que permítase conocer el comportamiento de su consumo.

El objetivo principal de este modelo será el de estimar las ecuaciones de demanda de gas natural para uso industrial, doméstico y de transportes para analizar su comportamiento a un mediano plazo (14 años) y poder hacer las predicciones y sugerencias pertinentes acerca de su consumo.

El método a utilizar para la estimación de los coeficientes de las ecuaciones será el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el cual tiene la ventaja de proporcionar estimadores insesgados y con escasa varianza.

3.2 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL MODELO

Este apartado tiene por objetivo la proposición de la forma funcional del modelo a través de la conceptualización del fenómeno bajo estudio.

La entrada en vigor de nuevas normas ambientales no sólo en el país, sino a nivel mundial obligan a limitar la emisión de contaminantes y a promover el uso de combustibles más limpios. Por su parte en México, el mercado de gas natural se ha visto favorecido por una política económica específica, por tratarse de un combustible más limpio, ya que se apega a las nuevas disposiciones ambientales.

El modelo neoliberal seguido por la política económica en el campo de los energéticos se ha orientado al uso de mecanismos de mercado, a la apertura comercial y a la participación de particulares en las actividades del sector, como en la petroquímica secundaria, generación de electricidad, transporte y distribución de gas natural, lo que ha marcado cambios importantes en lo que se refiere a este mercado.

En el proceso de cambio estructural en que se encuentra México, busca elevar la competitividad de la planta productiva, y crear empleos permanentes, en donde, el sector energético juega un papel importante, en particular el gas, el petróleo y la energía eléctrica

son insumos básicos en todos los procesos productivos y de la actividad diaria de usuarios residenciales y comerciales.

Dentro de este marco regulador en virtud de las modificaciones a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia petrolera da la pauta al desarrollo de diversos campos de la industria del gas natural, estas actividades podrán ser llevadas a cabo, con excepción del transporte y almacenamiento indispensables para interconectar explotación y proceso, liberando de inversión a PEMEX para concentrarlas en actividades de exploración y procesamiento.

De acuerdo al desarrollo institucional energético el ...Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000 establece, entre otros objetivos, fortalecer la rectoría del Estado, avanzar en la reestructuración del sector, alentar la participación privada en las áreas permitidas por la Constitución, desarrollar el Marco Regulatorio Sectorial, asegurar la satisfacción de la demanda, maximizar la eficiencia económica de las empresas del sector, contribuir a la defensa y reestructuración del ambiente y fomentar el ahorro y uso eficiente de la energía”...³³

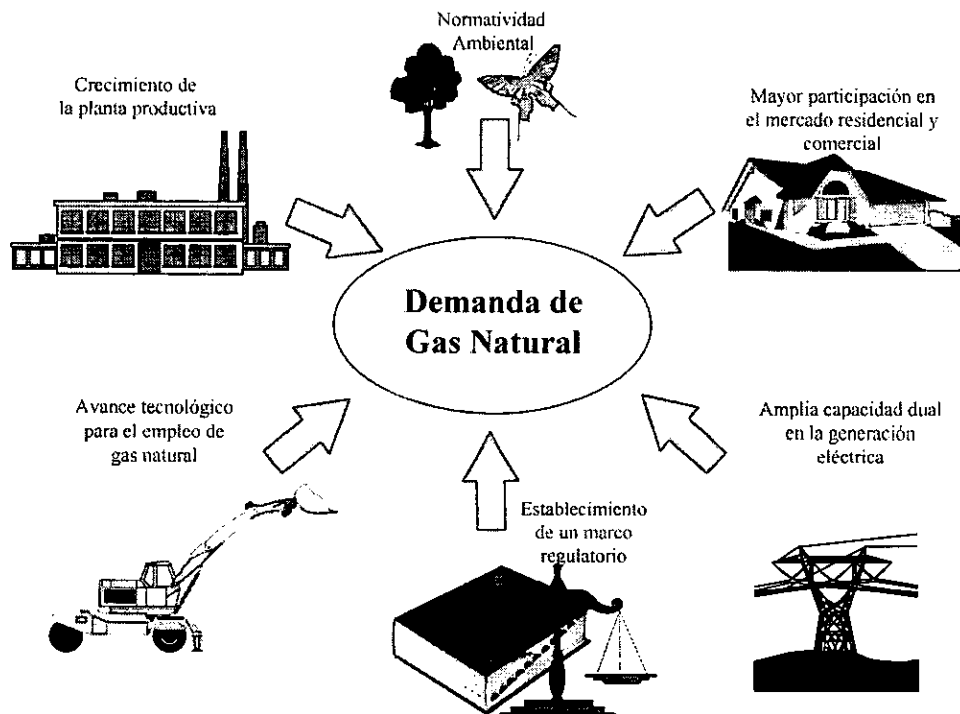
Entre los factores de crecimiento de la demanda de gas natural serán dados principalmente por la creación de un marco regulador que fomente el desarrollo balanceado de la industria con disposiciones orientadas a favorecer el desarrollo de la industria y disposiciones orientadas a proteger a los usuarios de los sistemas y a limitar el poder de mercado de los participantes, de los cuales uno de ellos es PEMEX, el cual será el encargado de las ventas de primera mano y de la operación de su red de transporte.

³³ SE. “Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000”, p. 37.

Los transportistas, los cuales podrán construir y operar ductos de transporte, pudiendo realizar conjuntamente con los almacenistas actividades de comercialización, estos últimos desarrollan sistemas de almacenamiento. Los distribuidores, los cuales suministrarán gas natural en la zona geográfica permitida y comercializarán gas dentro de su zona, permitiendo el crecimiento del mercado comercial y residencial así como del industrial.

La política ambiental tiene un gran rol en la proyección de la demanda de cualquier energético. Dados los recientes problemas se ha analizado la posibilidad de disminuir y controlar las emisiones contaminantes con el fin de tener una reacción favorable en los cambios climatológicos, por lo que algunos gobiernos han anunciado sus propósitos para poder regresar a los niveles de contaminantes de 1990 para el año 2000; por lo que han iniciado con una serie de medidas específicas, las cuales incluyen instrumentos económicos, regulaciones y acciones voluntarias (ver figura No. 3.1).

Figura No. 3.1



Fuente: Elaboración propia, con base a información de AMEE. A.C. 1995.

Históricamente el consumo del gas natural durante el periodo 1985-1995 marca ya una tasa de crecimiento superior a la del petróleo y el carbón, por lo que se espera que en un futuro próximo se convierta en la segunda fuente de energía primaria a nivel mundial.

Para lograr un mejor esclarecimiento de la problemática se considera necesario dividirla, de acuerdo a su estructura sectorial, con base al título de la presente investigación, clasificándolo en el consumo de gas del sector industrial; doméstico, el cual abarca el sector residencial y comercial y por último al sector transportes.

INDUSTRIAL

México consumió alrededor de 92,707.2 Mm³d durante 1996, lo que representó un incremento del 6.5% aproximadamente, con respecto al año previo. El sector industrial absorbió una parte importante de la demanda de gas natural, ya que registró 27,070.9 Mm³d, de los cuales las principales actividades demandantes como ya se ha especificado en el capítulo anterior resultaron ser la siderúrgica, química y la minera.

Al irse desarrollando paulatinamente la economía de un país, el peso de las industrias transformadoras comienza a ser cada vez más importante, conduce a incrementos proporcionalmente menores en el consumo de energía. A estas modificaciones progresivas de la estructura industrial y económica se añade también la mejora de los rendimientos energéticos de los equipos utilizados en la industria.

La brecha económica entre México y otros países que suelen ser el referente común para nuestra población ha aumentado notablemente en el último cuarto de siglo. Ahora incluso naciones cuyos niveles de bienestar eran inferiores a los nuestros nos han aventajado gracias a que adoptaron políticas económicas efectivamente orientadas al crecimiento y las supieron mantener.

Para 1960 el PIB per cápita de México era prácticamente igual al de España y era más del doble que el de la República de Corea; mientras que hoy en día el PIB per cápita de México es apenas una cuarta parte del de España y una tercera parte del de Corea; esto ha ocurrido por que desde los principios de la década de los setenta, México ha registrado una tasa de

crecimiento económico baja, pero por el contrario un acelerado crecimiento demográfico.

DOMÉSTICO

El consumo de gas natural de uso residencial y comercial sólo representó el 2.8%, en contraste con el 25% registrado en los Estados Unidos de América, por lo que debe ser considerado un sector potencial. Además de ser el combustible que se apega a las disposiciones ambientales, podemos adicionar un factor favorable más y poder argumentar que el incremento en su consumo para uso doméstico tendrá un desarrollo trascendente, y es el constante deterioro del poder adquisitivo de la población, el cual se ve más afectado cada día, debido a la disposición oficial de incrementar mes a mes el precio de gas LP, lo que lo ha convertido en una nueva alternativa. Sin embargo, la baja infraestructura con la que cuenta México para su distribución resulta un impedimento, puesto que se ha considerado de substancial costo, esto explica el escaso consumo de gas natural dentro de este sector. El riesgo que representa instalar ductos subterráneos resulta mínimo, debido a la profundidad en que son colocados y al tipo de tecnología que se pretende utilizar; por lo que se espera que la aceptación de la población para cambiar al uso de este hidrocarburo sea favorable, tema que será analizado en los siguientes apartados.

Así mismo, para fomentar el consumo de gas natural para uso doméstico ya existe una política de expansión de la red de distribución hacia las nuevas zonas urbanas, con el objetivo de desarrollar una infraestructura acorde a las necesidades del país, a través de la inversión privada, quedando las actividades de exploración, extracción, producción y venta de primera mano como actividades constitucionalmente reservadas a la Nación.

La velocidad en la cual estén disponibles los servicios en las ciudades será una pieza clave en la demanda de gas natural. Para lo cual la CRE estableció los criterios y lineamientos considerando las experiencias en zonificación de los servicios de distribución de gas natural en otros países, así como la de otros servicios similares, de donde destacan como objetivos promover el desarrollo eficiente y rentable del servicio de distribución de gas natural y poder dar transparencia al proceso de definición de las zonas geográficas, las cuales han sido establecidas por el "Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1995-2000", en donde

una zona geográfica deberá corresponder a uno o varios centros de población con características acordes a las de aquéllos que integran el Programa de 100 Ciudades y el Programa de Consolidación de Zonas Metropolitanas establecidos dentro del programa antes citado, estando licitadas ya a 1996 las siguientes: (ver cuadro No. 3.1).

Cuadro No. 3.1

ZONAS GEOGRÁFICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GN 1996

| Zona Geográfica | Municipios que comprende | Estado |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Aguascalientes | Aguascalientes | Aguascalientes |
| | Jesús María | |
| Bajío | León | Guanajuato |
| | Celaya | |
| | Salamanca | |
| | Irapuato | |
| Chihuahua | Chihuahua | Chihuahua |
| | Delicias | |
| | Anáhuac | |
| Colima | Colima | Colima |
| | Villa de Álvarez | |
| | Manzanillo | |
| Córdoba | Córdoba | Veracruz |
| | Orizaba | |
| Cuernavaca | Cuernavaca | Morelos |
| Guadalajara | Guadalajara | Jalisco |
| | Tlaquepaque, Zapopan | |
| | Tonalá, Juanacatlán | |
| | Tlajomulco y el Salto | |
| Hermosillo | Hermosillo | Sonora |
| | Guaymas | |
| | Empalme | |
| Mérida | Mérida | Yucatán |
| | Progreso | |
| Mexicali | Mexicali | Baja California |
| Z. Metropolitana | 16 Delegaciones | D.F. |
| Z. conurbada de la Cd. de México | 17 Municipios del Edo. de México | Edo. de México |
| Pachuca | Pachuca | Hidalgo |
| Puebla | Puebla | Puebla |
| Querétaro | Querétaro | Querétaro |
| | San Juan del Río | |
| Reynosa | Reynosa | Tamaulipas |
| | Río Bravo | |
| San Luis Potosí | San Luis Potosí | San Luis Potosí |
| | Soledad de Graciano Sánchez | |
| Tampico | Tampico | Tamaulipas |
| | Cd. Madero | |
| | Altamira | |
| Tijuana | Tijuana | Baja California |
| | Rosario | |
| | Ensenada | |
| | Tecate | |
| Tlaxcala | Tlaxcala | Tlaxcala |
| | 6 Municipios de Tlaxcala | |
| Toluca | Toluca | Edo. de México |
| | 4 Municipios conurbados | |
| La Laguna | Torreón | Coahuila |
| | Gómez Palacio | |
| | Cd. Lerdo | |
| Veracruz | Veracruz | Veracruz |
| | Boca del Río | |
| Zacatecas | Villa de Álvarez | Zacatecas |
| | Fresnillo | |

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por la CRE.

TRANSPORTE VEHICULAR

Para lo que se refiere al gas para uso vehicular, no hay cifras de consumo, sin embargo ya se ha mencionado ampliamente en el capítulo anterior la existencia del programa para fomentar la conversión de vehículos a gas natural comprimido, que será inicialmente puesto en operación en la Zona Metropolitana del Valle de México, y del cual ya se tienen datos de los beneficios logrados en otros países.

En la zona metropolitana diariamente circulan 4.2 millones de automóviles privados por la ZMVM; de acuerdo a las estimaciones del GDF, se espera que la tasa de crecimiento vehicular sea de 5.9% anual, que es tres veces superior al crecimiento de la población; asimismo, se estima entonces que para el año 2010 circularán 7 millones de autos por las ya saturadas vialidades. En 1996, la Ciudad contaba ya con 200 kilómetros de vías confinadas, 310 de ejes viales, 550 de vías principales y 8,000 de vías secundarias; esto es, nueve mil kilómetros de vialidades que resultan insuficientes frente al explosivo crecimiento vehicular.

Siendo este sector el que presenta la mayor problemática de contaminación en la Ciudad se ha determinado la conversión gradual al uso de combustibles más limpios como el gas natural (ver cuadro No. 3.2).

Cuadro No. 3.2

SECTOR TRANSPORTE

(Problemática ambiental del sector transporte)

| | |
|--|--|
| Consumo diario de combustibles | 44 millones de litros |
| Porcentaje de combustible que se destina al sector transporte | 50% |
| Porcentaje de contaminantes que emiten los vehículos automotores | 72% |
| Porcentaje de vehículos con más de diez años de antigüedad | 37.2% (producen el 70% de las emisiones) |

Fuente: GDF. Medio Ambiente.

La demanda de energía en el sector transporte basada en la demanda de derivados del petróleo representa el 99% de las necesidades de este sector, principalmente de gasolinas y diesel y el resto con otros combustibles alternos. Debido a estos altos consumos de energía de éste sector, los cuales resultarán insostenibles en México y en el mundo, y de acuerdo al

reporte producido por el Consejo Mundial de Energía “Energy for Tomorrow’s World” se destaca la necesidad imperante de un cambio en los hábitos del consumo promoviendo modos alternativos de transporte-combustible.

...”Entre los principales factores de la sustitución de combustibles son:

- Precio del combustible y sus medidas fiscales;
- Controles legales;
- Infraestructura de oferta y distribución;
- Estándares técnicos; y
- Organización y estructuras administrativas...³⁴.

Siendo los precios relativos el factor con la influencia más importante en la tasa futura de sustitución de un combustible. Los siguientes datos proporcionados por la Asociación Mexicana para la Economía Energética A. C. muestran las ventajas del gas natural dentro de este sector:

- Los vehículos a gas natural requieren menor mantenimiento que los vehículos de gasolina;
- Tiene un elevado número de octano, y por lo tanto este combustible se puede usar en máquinas que tengan una alta relación de compresión; y
- Es un combustible muy adecuado desde el punto de vista ambiental sobre todo en viajes cortos y en donde existen grandes congestionamientos y es menos activo en la producción de ozono.

³⁴ “La energía en México: Replanteamiento de Retos y Oportunidades”, Ob. Cit. p. 253.

El siguiente cuadro muestra algunas de las propiedades físicas de los combustibles alternos para uso en el sector transporte (ver cuadro No. 3.3.).

Cuadro No. 3.3

**PROPIEDADES FÍSICAS DE COMBUSTIBLES ALTERNOS
PARA EL SECTOR TRANSPORTE**

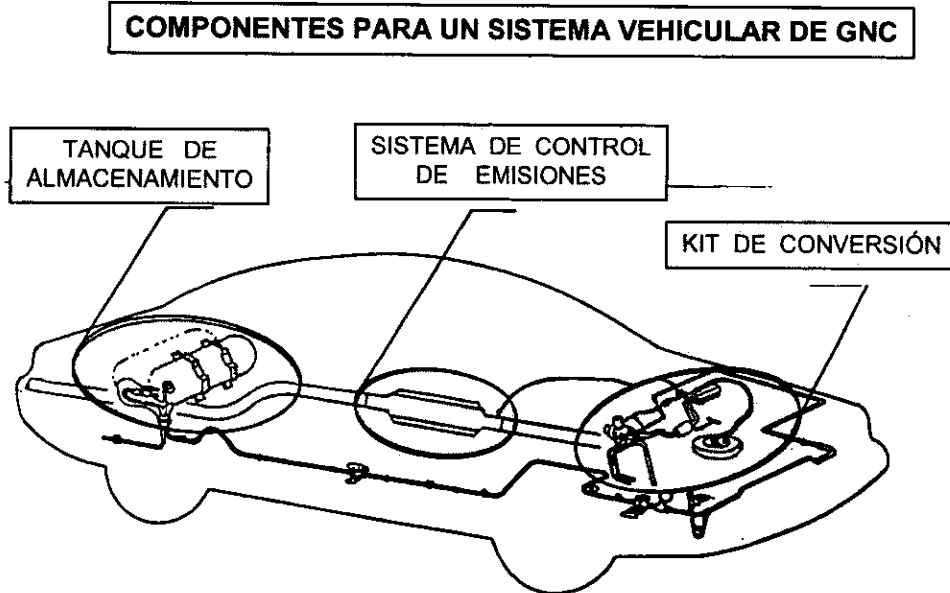
| Combustible | Calor de Combustión Mj/Kg | Calor de Combustión Mj/Lt | Peso específico Kg/Lt |
|-------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| GNC | 49.7 | 9.6 | 0.19 |
| Diesel | 42.6 | 36.2 | 0.85 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de AMEE A.C.

Por su parte, el precio de gas natural con respecto a la gasolina, en particular a la *Magna Sin*, mantiene un 34% de diferencial, el cual se puede destinar al financiamiento de conversión de unidades, el cual se encuentra regulado por Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Esta conversión consiste en la instalación de dos partes importantes: el **KIT de conversión**, el cual es el sistema que dosifica la cantidad de gas natural y lo mezcla con el aire para alcanzar una combustión perfecta, el cual se compone de filtros, computadora, mezclador, válvula de seguridad y reguladores de alta y baja presión; y por los **Cilindros de almacenamiento**, el cual almacena el gas natural a una presión máxima de 210 kg/m² (3,000 psi). El costo de estos cilindros representa una parte importante de la conversión, debido a las características de fabricación para cumplir con las normas de seguridad y al número de cilindros para lograr la autonomía requerida (ver figura No. 3.2).

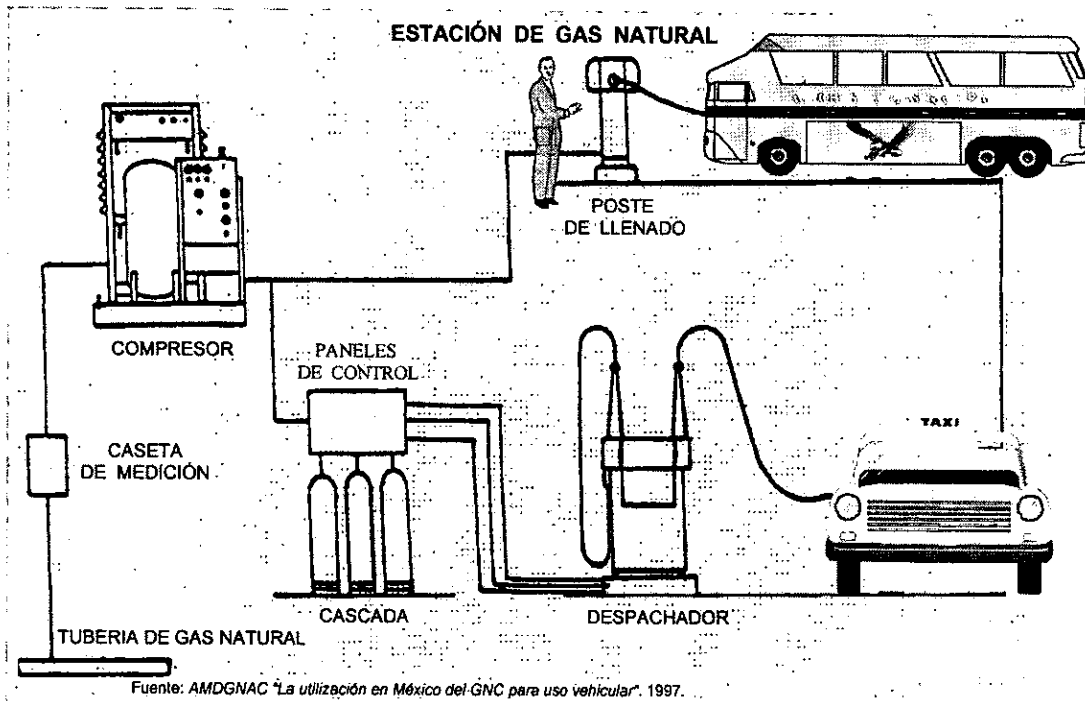
Figura 3.2



Fuente: AMDGN "La utilización en México del GNC para uso vehicular" 1997.

Por lo que se pretende asegurar la puesta en marcha de estaciones de gas natural durante el año de 1997 y 1998; las cuales son muy similares a las de gasolina (ver figura 3.3); así como la utilización de 400 unidades para el transporte de pasajeros de este tipo durante este último año. También se contempla que para el año 2005 existan 200 mil vehículos convertidos a gas natural, con un consumo de 7.8 MMm³d.

Figura 3.3



Las necesidades de transporte continuarán creciendo, en la medida que la población aumenta y la ciudad se expanda y para una satisfacción adecuada requiere de una visión integral, basada en una creciente integración de políticas urbanas que gradualmente den forma a una nueva estructura de transporte eficiente, seguro y ambientalmente limpio.

El tratar de pronosticar cual será el consumo de gas natural en México para el año 2010 encierra dos grandes problemáticas:

- Dadas las condiciones del mercado regional, México no cuenta con un abastecimiento seguro para poder cubrir un incremento substancial en la demanda de gas natural a largo plazo.
- Para poder extraer mayor cantidad de gas natural se necesita una fuerte inversión para la exploración y producción de gas por parte de PEMEX.

Por lo que en este sentido, la proyección será orientada a determinar el consumo de este hidrocarburo para el año 2010 de estos sectores y poder diseñar una estrategia que nos permita anticipar y planificar el consumo de gas natural, el cual estará determinado por diferentes variables como: programas en los cuales se necesitará cubrir diferentes exigencias como ya mencionamos, una infraestructura que permita el desarrollo en las entidades del país que así lo requieran, una alta capacidad de transporte y almacenamiento de gas natural.

Por las características que ya hemos establecido del gas natural, su consumo dentro de todas las actividades y en específico para uso industrial, doméstico y de transportes, ha reflejado un incremento muy marcado, que se reflejará en los próximos años, pero cabe preguntarse, ¿Nuestro país cuenta con las reservas suficientes para enfrentar el incremento del consumo?

El registro más alto de importaciones de gas natural se tuvo durante el año de 1992 totalizado en 7,079 Mm³d y para el año de 1996 se registraron 2,378 Mm³d, predominantemente de Estados Unidos. Este incremento se debió al bajo precio establecido por el Gobierno de los Estados Unidos, principalmente en este primer año, por logística resultaba más económico importarlo que producirlo y transportarlo a las principales regiones demandantes.

En contraparte los mercados de Canadá y Estados Unidos reflejan madurez en la producción y bajos costos, asociado con un incremento de inversión en infraestructura necesaria para agilizar la distribución de gas, por lo que cabe preguntarse ¿Cómo un modelo regional de consumo de gas natural seguido en México ha contribuido a su distribución; si esta industria se ha caracterizado por una fuerte división entre el norte y el sur; toda vez que en la segunda zona se extrae el mayor volumen de este hidrocarburo pero existe infraestructura limitada para transportarlo a la primera, siendo que esta región representa la mayor demanda?.

El Estado de Nuevo León es una clara demostración de este problema, por lo cual ha sido abastecido principalmente por Estados Unidos, siendo una de las entidades que muestran el mayor avance industrial, comercial y de servicios, además de Tamaulipas y Coahuila.

Hasta 1993 la República mexicana contaba con aproximadamente 12,954 kilómetros en ductos, de los cuales 12,500 se encuentran dedicados exclusivamente al transporte y suministro de gas natural, tanto para la satisfacción de las necesidades de PEMEX como para la de sus clientes directos y en última escala al abastecimiento de las necesidades de los distribuidores privados de gas natural.

Con las nuevas inversiones privadas esperadas en construcción de ductos, instalaciones de almacenamiento y redes de distribución de baja presión, conllevarán tecnologías avanzadas en el almacenamiento, medición y control, además de sustituir gradualmente los esquemas de distribución del gas LP.

México cuenta con una substancial reserva de gas natural, sin embargo continúa enfrentando severos contrastes en el financiamiento para explotarlas. También deberá considerarse que la característica fundamental del mercado de gas natural en México es que se trata de dimensiones regionales; sin embargo, el factor fundamental es el financiamiento para una producción más exhaustiva de este hidrocarburo, logrando así la búsqueda de nuevos pozos que nos permitan asegurar el abastecimiento. Aproximadamente el poner en operación un nuevo yacimiento tarda alrededor de 10 años, debido principalmente a la falta de inversión en maquinaria.

Por otra parte la inversión en el sector petrolero ha ido declinando. Para 1983 fue de 94.1 billones de pesos y para 1991 se redujo a 53.3 billones de pesos, causando una caída muy importante en la exploración y perforación de pozos.

3.3 RIESGOS DEL USO DEL GAS NATURAL

Se considera conveniente iniciar este apartado con una breve explicación de los riesgos que implica el uso del gas natural, para que posteriormente determinar los escenarios sugeridos para este análisis.

El uso de este combustible requiere un sistema de reparto, que encierra todo un largo proceso. Los sistemas de recolección, requieren uno o más compresores para poder mover el gas en la tubería o en la planta de proceso. El compresor es una máquina que se maneja a base de un motor de combustión interna o de una turbina, el cual crea una presión que empuja el gas a través de la línea. Gran cantidad de compresores en el sistema de reparto utilizan una pequeña cantidad de gas, como combustible, de sus propias líneas.

De los sistemas de recolección, el gas natural es movido por medio de sistemas de transporte, los cuales están compuestos por miles de kilómetros de tubería de acero que van desde 20" hasta 48" de diámetro.

Estas largas líneas de transmisión de gas natural mueven grandes volúmenes de las regiones productoras hasta las compañías distribuidoras de gas. La presión del gas en cada sección de la línea varía típicamente en los rangos de 14 kg/cm² (200 lb/plg²) hasta 105 kg/cm² (1,500 lb/plg²), dependiendo del tipo de zona en la cual la tubería esté operando. Como medida de seguridad, las tuberías son diseñadas y construidas para resistir presiones mucho mayores que las de operación. Por ejemplo, tuberías en áreas muy pobladas operan a menos de 1.5 veces la presión de diseño.

En ocasiones pueden existir dos o más líneas corriendo paralelas en el mismo sentido del camino, dando con ello una máxima capacidad durante períodos de demanda pico. Las tuberías usualmente tienen un derecho de vía de aproximadamente 35 metros de ancho, evitando actividades de construcción que aumenten el potencial de daño accidental.

Las estaciones de compresión se encuentran localizadas aproximadamente cada 81 o 97 kilómetros a lo largo de cada tubería, para levantar la presión que se hubiera perdido por la fricción del gas natural moviéndose a través de la tubería de acero. Algunas estaciones de compresión son completamente automáticas, es decir el equipo puede operar desde el cuarto

de control central de las tuberías. El centro de control también puede remotamente operar las válvulas de cierre a lo largo del sistema de transmisión, a través del cual el gas natural se mueve a aproximadamente 50 km/hr, debido a ello toma varios días para que el gas proveniente de Tabasco llegue a la Ciudad de México.

Cuando el gas natural es transportado en las tuberías de transmisión llega a las compañías distribuidoras, es normal que este pase a través de las estaciones de entrega o de medición y regulación. Las compañías distribuidoras, que al recibirlo en la estación de entrega, reducen la presión en la línea de los niveles de transmisión a niveles de distribución, el cual tiene un rango desde 0.017 kg/cm² hasta 14 kg/cm². En este momento se odoriza, consiguiéndose con ello el olor característico del gas natural. Es odorizado como una primera medida de seguridad, con la finalidad de que los usuarios puedan oler aún pequeñas cantidades.

Para lo que se refiere al de uso doméstico y comercial, el gas natural corre de los ramales principales llegando a los hogares o negocios por medio de la línea de servicio, las cuales son de diámetro pequeño; principalmente de polietileno, para trabajar a presiones de 40 a 0.012 kg/cm². Cuando el gas pasa a través del medidor del usuario, es responsabilidad del usuario una vez dentro del hogar, los equipos y aplicaciones por medio de la tubería.

Las principales causas de accidentes en las líneas tanto en sistemas de transporte como de distribución, son daños de personas ajenas a la línea. En la mayoría de los casos, estos daños resultan de alguna excavación realizada sin la autorización de la compañía distribuidora. Otras causas incluyen la corrosión y por defectos en materiales de construcción.

Sobre todo para el sector doméstico, la distribución de gas natural se hará mediante redes de ductos de baja presión, lo que permitirá sustituir gradualmente los esquemas de distribución de gas LP en superficie en tanques y recipientes obsoletos, los cuales implican riesgos, resultan ineficaces y tienen efectos negativos en el tránsito de vehículos y la contaminación ambiental.

Por lo que podemos afirmar que los factores que han engrandecido la posibilidad de propiciar un servicio confiable y seguro de Gas Natural son:

- Las tuberías de distribución existentes aseguran la entrega de manera segura y confiable.
- Las compañías se han ajustado a la nueva estructura de esta industria, asegurando un servicio más confiable y seguro.

Por lo que la industria del gas natural está comprometida a la entrega del producto eficientemente y de manera confiable a todos los usuarios.

“Con una reputación de confiabilidad, limpieza, eficiencia, comodidad y precio competitivo, la industria está en equilibrio para una era de competencia y crecimiento. Ahora la energía a partir del gas natural podrá ser entregado en un mayor número de ciudades de la República...”³⁵

Por lo que corresponde al uso destinado para las actividades industriales, el riesgo total que representa una instalación conjuga dos aspectos importantes:

- “...Riesgo intrínseco del proceso industrial, que depende de la naturaleza de los materiales que se manejan, de las modalidades energéticas utilizadas y la vulnerabilidad de los diversos equipos que integran el proceso, así como la distribución y transportación de los materiales peligrosos.

35 Boletín Informativo, Organo Oficial de la Asociación Mexicana de Gas Natural, Enero 1998, Año 4, No. 12, p. 23.

- Riesgo de instalación, el cual depende de las características del sitio en que se encuentra ubicada, donde puedan existir factores que magnifican los riesgos que puedan derivar de accidentes (condiciones meteorológicas, vulnerabilidad de la población aledaña, ecosistemas frágiles, infraestructura para responder a accidentes, entre otros)....³⁶

Por último para lo que se refiere, al uso del gas natural para transporte podemos decir que durante 1997 el Comité revisó y actualizó cinco normas:

NOM-SECRE-003-97.- Sobre construcción y mantenimiento de sistemas de distribución de gas natural; NOM-SECRE-002-97.- Sobre las instalaciones para el aprovechamiento del gas natural; NOM-SECRE-004-97.- Sobre gas licuado e instalaciones vehiculares; NOM-SECRE-001-97.- Sobre la calidad del gas natural y NOM-SECRE-005-97.- Sobre gas natural licuado y estaciones de servicio.

Además, debido a las características del gas natural al ser más ligero que el aire no existe posibilidad de correr peligro algún para este uso, y aunado a esto desde la fabricación de los tanques, estos son diseñados con una cubierta de carbón licuado que minimiza la posibilidad de daño haciéndolo más resistente en caso de colisión.

³⁶ SEMARNAP, Impacto, Riesgo, Verificación Normativa y Auditoría Ambiental, p. 86.

3.4 ESCENARIOS PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA PARA USO INDUSTRIAL, DOMESTICO Y DE TRANSPORTE

En este sentido se consideraran tres escenarios factibles: conservador (bajo), alternativo (promedio entre bajo y alto) y deseado (alto) basados en las tasas de crecimiento esperados de acuerdo con los lineamientos de la política económica descrita en el PRONAFIDE y la OLADE.

Se considera oportuno aclarar que la elaboración de estos tres escenarios se enfoca especialmente al sector industrial, ya que para el uso residencial y de transportes las características fundamentales difieren a este primero y su estimación se realizará considerando un diferente método estadístico; lo cual se especificará en la elaboración del siguiente capítulo.

3.4.1 ESCENARIO 1

Dentro de este primer escenario, para el análisis del sector industrial se considerará un crecimiento del PIB bajo, el cual depende directamente del grado de industrialización del país; esto atribuyéndolo a la situación actual debido a los acontecimientos económico financieros actuales como ejemplo la inestabilidad en el mercado petrolero, del cual la economía tiene una dependencia directa del 37% aproximadamente, es decir, de cada peso generado en la economía 0.37 centavos corresponden al sector petrolero.

De acuerdo a las proyecciones por la OLADE, con apoyo de la Comisión Europea, se considera un crecimiento probable del PIB del 3.7% entre 1997 y el 2000 y durante la década del 2000 al 2010, la tasa del incremento del PIB será más alta del 3.9% estabilizándose en 3.5%.

De la misma manera dentro de este escenario se considera un incremento moderado en los precios del combustóleo como medida coercitiva por parte de la política energética para fomentar un incremento en el consumo de gas natural y de tal manera que a su vez el precio

del gas natural mostrará un ligero incremento como resultado de una mayor demanda, sobre todo en el sector industrial se considera sea del 1.4% anual, mientras que del combustóleo sea de 3.6%.

3.4.2 ESCENARIO 2

Para este escenario se supone un crecimiento promedio calculado con base a la tasa baja y alta, considerando los mecanismos propuestos dentro de éste plan para el fortalecimiento del mercado interno vía generación de empleos, ya sea vía inversión privada e inversión extranjera que logren un crecimiento promedio esperado. Por lo que se propone sea de 4.2% la tasa de crecimiento mínima, alcanzando su máximo valor de 4.7% a mediados del período y estabilizándose en 4.5%, por lo que respecta a los precios el promedio de los dos escenarios se pondera que sea del 2.1%.

3.4.3 ESCENARIO 3

Dentro de los lineamientos del Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo (PRONAFIDE) se consideran necesarios dos elementos para lograr un proceso de crecimiento sostenido, de los cuales la teoría económica aprueba la existencia de la una relación positiva entre ahorro, inversión y crecimiento.

Dentro de éstos lineamientos se considera que se debe alcanzar una tasa de crecimiento superior al 5% entre 1997 y el año 2000. Por lo que para este último escenario se considera una alta tasa de crecimiento, esperando lograr los objetivos estipulados en PRONAFIDE, en el que espera tener crecimiento comenzando al inicio del período con 5.2%, y logrando una mayor estabilidad en 5.6% promedio anual.

Dentro de este escenario se considera un incremento mayor en el nivel de precios relativo del combustóleo con un incremento del 3.9% anual, mientras que para el gas natural se considera un incremento del 1.8% anual, con el fin de propiciar el consumo de

combustibles más limpios, como lo es el gas natural.

Por lo que podemos concluir este capítulo afirmando, que la utilización y aplicación de modelos matemáticos que permitan estimar y predecir el consumo de gas natural para uso industrial, doméstico y de transportes, resulta vital debido, principalmente a los cambios estructurales dados dentro de esta industria. En virtud de las modificaciones a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia petrolera durante 1995, lo cual marcó la pauta al desarrollo de diversos campos de la industria del gas natural.

Por lo que una vez aclaradas cuales serán las variables que se pretenden utilizar en la elaboración del modelo, se iniciará el siguiente capítulo con una breve descripción de cada una de ellas; así como se presentarán algunos de los datos históricos obtenidos para su realización.

CAPÍTULO 4

CÁLCULO Y VERIFICACION DEL MODELO

4.1 PRINCIPALES VARIABLES Y SUPUESTOS DEL MODELO

Dentro de este capítulo se enfatizará la participación de cada uno de los elementos o variables que coadyuvan de manera directa o indirecta en la demanda de gas natural, entre las cuales resalta la participación de políticas energéticas y ambientales, que permitan lograr un mejor equilibrio entre desarrollo y medio ambiente, a través del fomento del uso de combustibles alternativos y de combustión más limpia, tales como el gas natural.

Así como el desarrollo industrial y el crecimiento demográfico, los cuales son factores que han contribuido a un uso intensivo de sustancias químicas y materiales peligrosos, que van en deterioro del medio ambiente, provocando efectos adversos.

Entre otros factores que serán considerados son: el precio relativo del gas natural con respecto al combustóleo, el clima, etc. Lo que permitirá llevar a cabo el esquema del modelo estableciendo las ecuaciones de la demanda de gas natural para uso industrial, doméstico y de transportes; para concluir con los cálculos y verificaciones necesarios para la validación del modelo.

LA POLITICA ENERGÉTICA NACIONAL

La política energética nacional es relevante, ya que afecta directamente a las alternativas energéticas futuras a mediano plazo (un tiempo aproximado de 20 años), en el cual la economía y la naturaleza de los mercados energéticos son entendidos de manera correcta para permitir su desarrollo, considerando sus características estructurales y regionales.

Actualmente no sólo a nivel nacional, sino a nivel mundial, esta política se encuentra estrechamente ligada a la problemática ambiental. Un aspecto importante, lo ocupan las

acciones encaminadas a prever, anticipar y controlar los daños que puedan ocasionar en el ambiente las diversas actividades públicas o privadas que se llevan a cabo en el proceso de desarrollo económico y social.

...”Las preocupaciones por el ambiente tiene antiguas y ocasionales manifestaciones en diversas partes del mundo. En Europa, la primera ley ambiental es probablemente una cédula real inglesa en el siglo XIV, que prohibía la quema de carbón mineral en las calles de Londres. Los castigos eran tan severos para la desobediencia a la disposición real, que un hombre fue colgado por el cuello hasta morir por haber desobedecido esta ley, ciertamente no se generalizó y ni siquiera continuó su aplicación”....³⁷

Durante los 60's arrancó un proceso de conscientización social que continuaría; en 1972 en Estocolmo se lleva a cabo la primera conferencia mundial sobre el tema “Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano”; mientras que las evidencias del deterioro ambiental se hacen palpables, sobre todo en las grandes cuencas regionales atmosféricas a través de la lluvia ácida, y a nivel global, al ponerse de manifiesto fenómenos tales como la destrucción de la capa superior de la atmósfera y en los indicios de la composición global de ésta misma, dando como resultado los cambios en el clima del planeta entero.

Uno de los aspectos innovadores de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en 1988 en nuestro país, es que en una misma ley se introducen las disposiciones legales para evaluar, prevenir y controlar los impactos y riesgos ambientales de las actividades productivas y de desarrollo.

El significativo desarrollo industrial y el creciente aumento demográfico han contribuido a que tanto la producción de sustancias químicas y materiales peligrosos, como el uso masivo de ellos incrementen la probabilidad de que se ocasionen efectos adversos en la salud de la población e integridad del ambiente.

³⁷ 1er. Congreso Nacional de la Asociación Mexicana para la Economía Energética A.C., Ob. Cit., p. 117.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) a través del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental creó el Subcomité de Riesgo Ambiental, con la finalidad de elaborar las NOM de seguridad y operación que establezcan los procedimientos mínimos a seguir por las industrias que almacenen, procesen, manejen o usen cualquier sustancia peligrosa (materia prima, productos intermedios o finales) de la industria del petróleo y química, que representan un elevado riesgo a la población debido a la toxicidad e inflamabilidad de las sustancias en caso de ser liberados a la atmósfera.

Nuestro país, con el fin de reducir las emisiones contaminantes y combatir la contaminación, ha diseñado varias estrategias durante los seis años anteriores y el gobierno de la ciudad ha disminuido en un 38% los niveles de contaminación en la atmósfera, con el mejoramiento en la calidad de los combustibles y por la restricción en el uso de los vehículos y, adicionalmente, por el cierre de industrias contaminantes. Este fue el caso de la refinería de Atzacapotzalco anteriormente localizada en la Cd. de México, lo que representó un costo de 500 millones de dólares y la pérdida de 5000 empleos.

Las emisiones contaminantes de acuerdo al estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) muestra que el gas natural es entre los combustibles el más limpio y que comparado con el petróleo y el carbón, tiene una gran ventaja ambiental (ver cuadro No. 4.1).

Cuadro No. 4.1

EMISIONES CONTAMINANTES DE COMBUSTIBLES FÓSILES

(kg. de emisiones por MMBtu de energía consumida)

| Emisiones | Gas Natural | Petróleo | Carbón |
|---------------------|-------------|----------|--------|
| Dióxido de Carbono | 52.2 | 74.9 | 95.3 |
| Monóxido de Carbono | 7.7 | 15.0 | 9.1 |
| Hidrocarburos | 0.6 | 2.3 | 10.4 |
| Oxidos de Nitrógeno | 45.4 | 149.8 | 378.6 |
| Dióxido de Azufre | 0.3 | 454.0 | 771.8 |
| Partículas | 2.3 | 37.7 | 1407.4 |

Fuente: Elaboración propia, con base en *Agencia de Protección Ambiental E.U.A.*

Entre las políticas ambientales que representarían cambios en la demanda de gas natural podemos mencionar las siguientes:

NOM-075-ECOL-1993 18/OCT/93 Que establece el nivel máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquido, gasóleo industrial que se consuma por las fuentes fijas en la zona metropolitana de la Ciudad de México.

NOM-047-ECOL-1993 22/OCT/93 Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-085-ECOL-1994 02/DIC/94 Contaminación atmosférica para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

NOM-086-ECOL-1994 02/DIC/94 Contaminación atmosférica, especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.

POBLACIÓN

Para 1960 la población total del país era aproximadamente de 35 millones de habitantes, la cual para 1980 había aumentado a 67 millones, casi duplicándose, representando un crecimiento promedio anual de 3.5% y siendo una de las más altas del mundo. La década de 1960 a 1970 registró el mayor crecimiento, con una tasa promedio anual de 3.7% (ver cuadro No. 4.2).

Cuadro No. 4.2

TASA MEDIA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 1930-2010

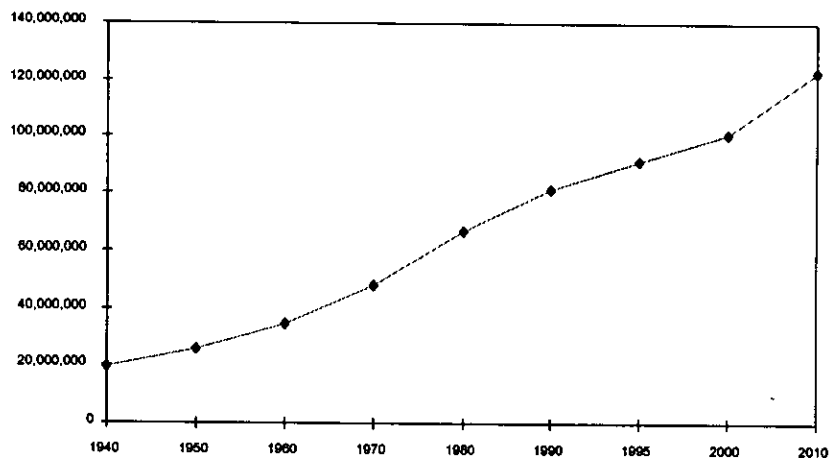
| AÑO | Población Total al último año | TMCA |
|-----------|-------------------------------|------|
| 1930-1940 | 19,653,552 | 1.9 |
| 1940-1950 | 25,791,017 | 3.1 |
| 1950-1960 | 34,923,129 | 3.4 |
| 1960-1970 | 48,225,238 | 3.7 |
| 1970-1980 | 66,846,833 | 3.3 |
| 1980-1990 | 81,249,645 | 2.8 |
| 1990-1995 | 91,158,290 | 2.3 |
| 1995-2000 | 100,646,118 | 2.0 |
| 2000-2010 | 122,687,056 | 2.0 |

Fuente: INEGI Censos Generales de Población y Censo 1995 y CONAPO.

Cabe hacer mención que en las proyecciones elaboradas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), se establece una tasa de crecimiento anual de población aproximadamente del 2% entre el año de 1997 y 2000, por lo que de esta manera se considera constante este crecimiento para el resto de los años de esta proyección y se espera que la población para el año 2010, sea de aproximadamente 123 millones (ver gráfica No. 4.1).

Gráfica No. 4.1

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN MÉXICO 1940-2010



Fuente: Elaboración propia, con base en INEGI y CONAPO.

Así mismo, se supone que en razón de este incremento en la población, el aumento de las viviendas será en razón del 2.5%, del cual su análisis va implícito en esta variable.

CRECIMIENTO ECONOMICO

Entre los años de 1950 y 1970, México logró una tasa alta de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) equivalente al 6.6%, representando un promedio anual per cápita del 3%, tomando en cuenta el crecimiento de la población. Considerando este período de confianza y de estabilidad, con tasas bajas de inflación y con una sola devaluación en 1954 y de un alto proteccionismo en favor de las industrias.

A partir de los años setenta, este crecimiento se ha visto reducido, resultando un crecimiento del PIB entre 1970-1994 del 3.9% y el más bajo entre 1981-1994 con sólo el 1.4%, alcanzando la demanda de empleo niveles históricos.

La tasa de crecimiento económico afecta a todas las actividades, incluyendo la oferta y demanda energética. Sobre todo para el consumo de GN para uso industrial, ya que la

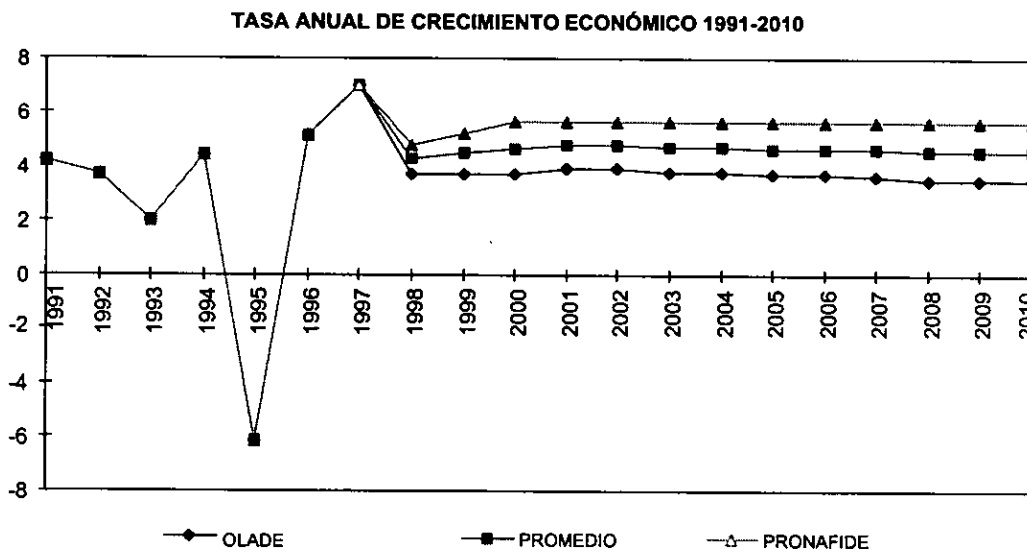
energía es el pilar de toda actividad económica. Esta variables será de gran peso para poder ofrecer una proyección más confiable, realizando un análisis del crecimiento del Sector Manufacturero.

Dentro de los lineamientos del PRONAFIDE se consideran necesarios dos elementos para lograr un proceso de crecimiento sostenido, de los cuales la teoría económica aprueba la existencia de la una relación positiva entre ahorro, inversión y crecimiento.

Dentro de estos lineamientos se considera que se debe alcanzar una tasa de crecimiento superior al 5% entre 1997 y el año 2000.

Por otra parte de acuerdo a las proyecciones ofrecidas por la OLADE, con apoyo de la Comisión Europea, se considera un crecimiento probable del PIB del 3.7 entre 1997 y el 2000 y durante la década del 2000 al 2010, la tasa de incremento del PIB será más alta del 3.9% estabilizándose en 3.5% (ver gráfica No. 4.2).

Gráfica No. 4.2

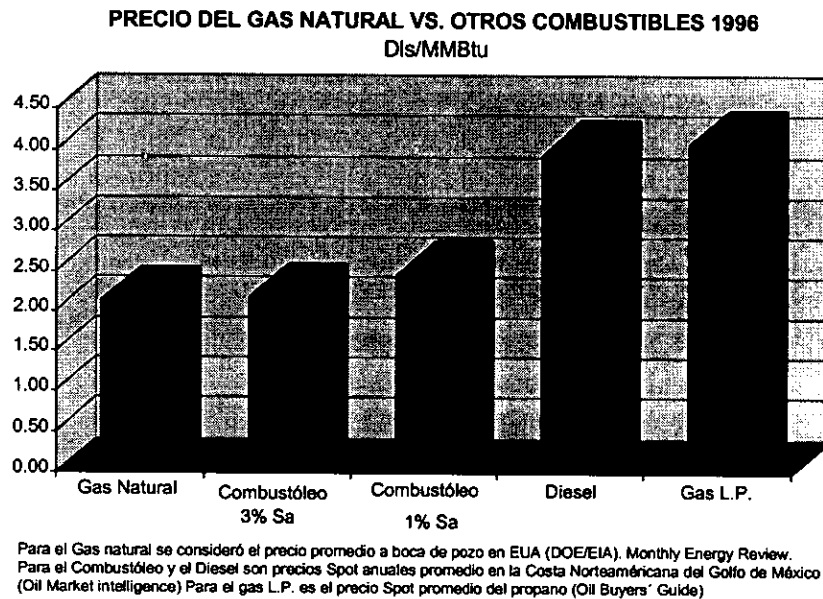


Fuente: Elaboración propia, con base en información de PRONAFIDE y OLADE.

PRECIO RELATIVO DEL GAS NATURAL CON RESPECTO A OTROS COMBUSTIBLES

El precio del gas natural es uno más de los factores que tiene a su favor este hidrocarburo. En comparación al resto de los otros, tiene una diferencia del 2.7% menor al combustóleo de alto contenido de azufre, y del 16% con el de menor contenido de azufre; mientras que con el diesel y gas LP es de 86.1% y 92.4%, respectivamente, principalmente para uso industrial (ver gráfica No. 4.4).

Gráfica No. 4.3



Fuente: Elaboración propia, con base en información de la SE.

Dentro de esta investigación, se espera que el precio relativo del gas natural específicamente con respecto al combustóleo tenga un crecimiento moderado a lo largo de la proyección. Considerando los tres escenarios propuestos, se ha determinado un crecimiento anual del 1.4%, 2.1% y 2.8%, respectivamente.

Este incremento se ha considerado haciendo una comparación entre el precio a boca de pozo de Estados Unidos y México, por lo que el precio de este primer país marcará un deslizamiento de entre 2.3 a 2.5 dólares por MPC al 2005 y se espera que al 2010 llegue a 2.7 dólares por MPC.

EL CLIMA

A diferencia de otros países en donde el clima es un elemento determinante en el consumo energético, el nuestro, debido a sus características geográficas, este factor no tiene un efecto fundamental en el consumo de energía, a excepción de los estados del norte en donde la inclemencias del tiempo son más severas.

NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

Esta variable será considerada, sobre todo para la proyección del consumo de gas natural para uso comercial. De acuerdo a los datos del último censo económico del INEGI, el país cuenta con un total de 202,805 establecimientos comerciales, entre los que podemos considerar a los restaurantes y hoteles; correspondientes al subsector 93, según estadísticas del INEGI.

Principalmente el consumo de energía para este uso es para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua y alumbrado público, entre otros. Este sector registró un consumo para el año de 1996 de 118.6 petajoules (7,119.4 Mm³d), de los cuales los principales energéticos utilizados el gas licuado con una participación del 45%, lo que representaría 3,801.8 Mm³d de gas natural; la electricidad con el 28.5% (2,029.15 Mm³d); y el restante 26.5% se integró por combustóleo y diesel (1886.7 Mm³d). De los ingresos derivados de la actividad destaca el caso de los estados de Jalisco, Quintana Roo y D. F..

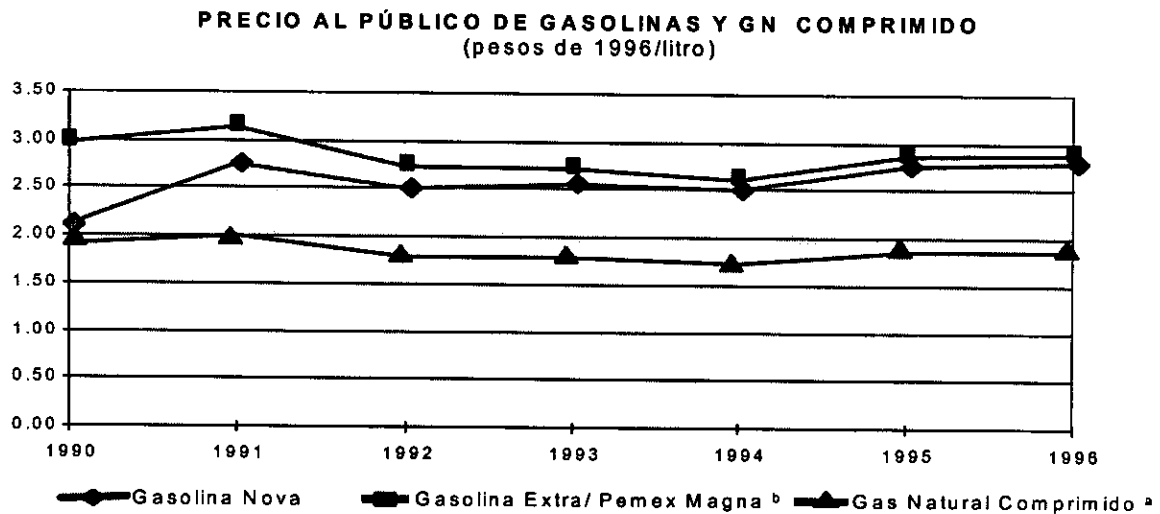
CRECIMIENTO DE LA PLANTA VEHICULAR

Con respecto a la proyección del consumo de gas natural para uso de transporte vehicular, se considerará el crecimiento de la planta vehicular; de la cual de acuerdo a las expectativas del GDF, se espera que tenga un crecimiento de 5.9% anual.

PRECIO DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO CON RESPECTO A GASOLINAS

De acuerdo a los mecanismos para el establecimiento de los precios de gas natural para uso de transporte vehicular, a partir de 1996 se inicia con el gravamen sobre la venta de gasolinas, diesel y gas natural de carburación que Pemex Refinación y Pemex Gas y Petroquímica Básica aplican a sus clientes. Las tasas de este impuesto especial sobre la producción y servicios (IEPS), fueron determinadas mensualmente para cada centro facturador. El método de cálculo considera el precio de referencia internacional ajustado por calidad, costos netos de transporte y la comisión al expendedor, afectados por los factores aplicables a cada producto. La tasa para el gas natural para uso automotriz es determinada a una tasa variable, en la cual se adapta la diferencia en términos caloríficos, quedando el precio del gas natural para carburación 34% por debajo del precio de la gasolina Magna Sin (ver gráfica No. 4.5).

Gráfica No. 4.4



Nota: Precios al 31 de diciembre de cada año. Incluye impuestos.

^a De acuerdo a los mecanismos de determinación del precio del gas natural para combustión y los impuestos IEPS e IVA. El valor del gas para uso de transportes será 34% menor al valor de la gasolina Magna Sin.

^b A partir de septiembre de 1990 la gasolina Pemex Magna sustituyó a la gasolina Extra.

Fuente: Elaboración propia con base en información de PEMEX "Anuario Estadístico 1997".

El consumo de gasolina mostró un crecimiento anual de 3.8% durante el decenio de 1986-1996 anual (ver cuadro No. 4.3). Por lo que se proyecta un crecimiento significativo en su consumo, no tan sólo a nivel nacional, sino también a nivel mundial, contribuyendo con el 70% de las emisiones de Carbono.

Cuadro No. 4.3

CONSUMO DE GASOLINAS 1986-1996

(Miles de barriles diarios)

| | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total | 331.2 | 346.2 | 359.7 | 404.0 | 443.8 | 478.4 | 482.0 | 489.5 | 501.7 | 479.4 | 482.4 |
| Nova | 322.3 | 332.5 | 339.2 | 360.9 | 390.1 | 428.9 | 379.6 | 325.3 | 270.4 | 221.3 | 188.8 |
| Extra/Pemex Magna ^a | 7.8 | 12.6 | 19.4 | 42.0 | 52.7 | 48.6 | 101.7 | 163.6 | 230.6 | 257.5 | 291.9 |
| Gasaviones | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| Otras | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.2 |

^a A partir de septiembre de 1990 la gasolina Pemex Magna sustituyó a la gasolina Extra.

En 1996 se inicia la distribución de la Pemex Premium.

Fuente: PEMEX "Anuario Estadístico 1997".

4.2 ESQUEMA DEL MODELO

Una vez establecidas las variables que determinarán el consumo de gas natural para los diferentes usos, partiremos a establecer la ecuación de la demanda para cada uno de ellos.

RESIDENCIAL

La demanda de Gas Natural para la demanda residencial está dada por la siguiente ecuación:

$$DGNSR = DEM(GN + GLP) * (1 + CREC.POBL)^{(\text{año} - 1996)} * FRAC.POBL * FAC.PENETR.ANUAL * FAC.PENETR.FINAL$$

donde:

DGNSR= Demanda de gas natural para el sector residencial.

GN= Demanda de GN (último dato histórico existente) para la zona geográfica.

GLP= Consumo de gas LP (último dato histórico) para la zona geográfica.

(1+CREC.POBL)^(año-1996)= Crecimiento de la población para el período de proyección.

FRAC.POBL= Fracción poblacional de la x_i zona geográfica.

FAC.PENETR.ANUAL= Factor de penetración anual.

FAC.PENETR.FINAL= Factor de penetración final o fracción máxima de penetración estimada.

COMERCIAL

La ecuación se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{DGNSC} = \text{DEM}(\text{GN} + \text{GLP}) * (1 + \text{CREC.POBL})^{(\text{año}-1996)} * \text{FRAC.POBL} * \\ \text{FAC.PENETR.ANUAL} * \text{FAC.PENETR.FINAL} * \text{CREC.PIBSEC}$$

donde:

DGNSC= Demanda de gas natural para el sector comercial.

GN= Demanda de GN (último dato histórico existente) para la zona geográfica.

GLP= Consumo de gas LP (último dato histórico) para la zona geográfica.

(1+CREC.POBL)^(año-1996)= Crecimiento de la población para el período de proyección.

FRAC.POBL= Fracción poblacional de la x_i zona geográfica.

FAC.PENETR.ANUAL= Factor de penetración anual.

FAC.PENETR.FINAL= Factor de penetración final o fracción máxima de penetración estimada.

CREC.PIBSEC= Crecimiento del PIB del sector.

INDUSTRIAL

La demanda del sector industrial se puede expresar de la siguiente manera:

$$\mathbf{DGNSI = f(CREPIB, PRELGNS)}$$

donde:

DGNSI= Demanda de gas natural para el sector industrial.

CREC.PIB= Crecimiento de la producción.

PRELGNS= Precio relativo del gas natural del sector con respecto al combustóleo.

TRANSPORTE VEHICULAR

$$\mathbf{DGNT = ((RDU/RENC/l)(PCC))/PCGN * FAC.PENTR.}$$

donde:

DGNT= Demanda de Gas Natural para el Transporte Vehicular.

RDU= Recorrido diario por unidad.

RENC/l= Rendimiento del combustible por litro.

PCC= Poder calorífico del combustible.

PCGN= Poder Calorífico del gas natural.

FAC.PENTR= Factor de Penetración.

4.3 CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DEL MODELO

INDUSTRIAL

En el caso del sector industrial se utilizó el método de MCO que es el más usado para estimar los parámetros del modelo de regresión lineal desarrollado por C. F. Gauss.

“El MCO se caracteriza por la capacidad de obtener estimadores insesgados, es decir, cuyas diferencias con el valor real sean mínimas y consistentes, es decir, que entre más grande sea la muestra de datos el estimador se acerca más al parámetro real, lo cual justifica su uso por encima de otro tipo de estimadores”³⁸

Quedando especificada la ecuación de la siguiente manera:

$$\text{Ln}(\text{DGNSI}) = \beta_0 + \beta_1 * \text{Ln}(\text{PIBMAN}) + \sum_{\alpha=0}^{12} \beta_{\alpha} * \text{LnPRG}_{1-\alpha} + \sum_{i=2}^{12} \beta_i * D_i + u$$

donde:

β_0 = La intersección al origen.

$\beta_{1...}$ = Las pendientes o razón de cambio.

PIBMAN = PIB Manufacturero real.

PRG = Precio relativo del gas con respecto al combustóleo.

D_i = Variable dicotómica de estacionalidad.

u = Término de error estocástico.

³⁸ Gujarati, Damodar. “Econometría”. Ed. Mc. Graw Hill. México, 1992, p. 94.

Este término de error (u), el cual es una variable aleatoria con propiedades probabilísticas definidas y en términos económicos representa las fuerzas que afectan el consumo, pero que no se tienen en cuenta de manera explícita. El papel del término (u) es el de recoger las discrepancias que surgen entre los valores observados de "Y" y los valores que daría una relación funcional exacta. Una segunda razón de la adición de este término estocástico es que puede existir un elemento básico e impronosticable de aleatoriedad en las respuestas humanas.

Se hizo una selección de las principales variables que determinan la demanda de gas natural y se eliminaron aquellas variables que no mostraron un coeficiente significativo cumpliendo con el supuesto de especificación. Y con el propósito de obtener las elasticidades de la demanda se interpreto esta ecuación en forma logarítmica, obteniendo después de diferentes pruebas la de mejor ajuste, la cual podemos presentar de la siguiente manera:

| | | | | | |
|---|--------------|---------------|-----------------------|-------------|---------|
| $\text{Ln}(\text{DGNSI}) = 9.38 + 0.89 * \text{Ln}(\text{PIBMAN}) - \beta_{\alpha} * \text{Ln}(\text{PRG})_{t-\alpha} - 0.09 * \text{Ln}(\text{D2}) - 0.056 * \text{Ln}(\text{D4})$ | | | | | |
| Error Estándar | (1.43) | (0.106) | (0.024) ¹ | (0.018) | (0.018) |
| Prueba t | (6.56) | (8.36) | (-10.24) ¹ | (-5.17) | (-3.16) |
| | $R^2 = 0.87$ | $D.W. = 2.24$ | | $F = 42.89$ | |
| ¹ Suma de los rezagos. | | | | | |

Cabe hacer mención, que debido a que los datos del PIB manufacturero son presentados por el INEGI de manera trimestral, se realizó una ponderación considerando el dato del trimestre inmediato anterior y posterior, para reflejar la tendencia del crecimiento de manera mensual.

Así mismo, se aplicó el método de Distribución Polinomial de los rezagos (Almon), en el cual los coeficientes describen el retraso en el efecto de la variable explicativa en la dependiente, el cual, su especificación se constituye de tres elementos: la longitud de los

rezagos, en este caso se trata de información mensual, de enero a diciembre; el grado del polinomio, dentro del cual se sugiere grados pequeños y para este caso se determinó de segundo grado; y las limitaciones que se deseen aplicar.

Este método resulta ser el más eficiente dentro de modelos con un gran número de observaciones, puesto que son pocos los grados de libertad que se pierden, reflejando en este sentido su eficiencia.

Se considera que los resultados son buenos con un alto grado de determinación del 88% de las variables explicativas con la variable independiente (ver cuadro No. 4.4). Con el objeto de observar si hubo un cambio estructural o de estacionalidad en el consumo de gas natural, se introdujo dos variables dicotómicas multiplicativas en el modelo de consumo para uso industrial.

Cuadro No. 4.4

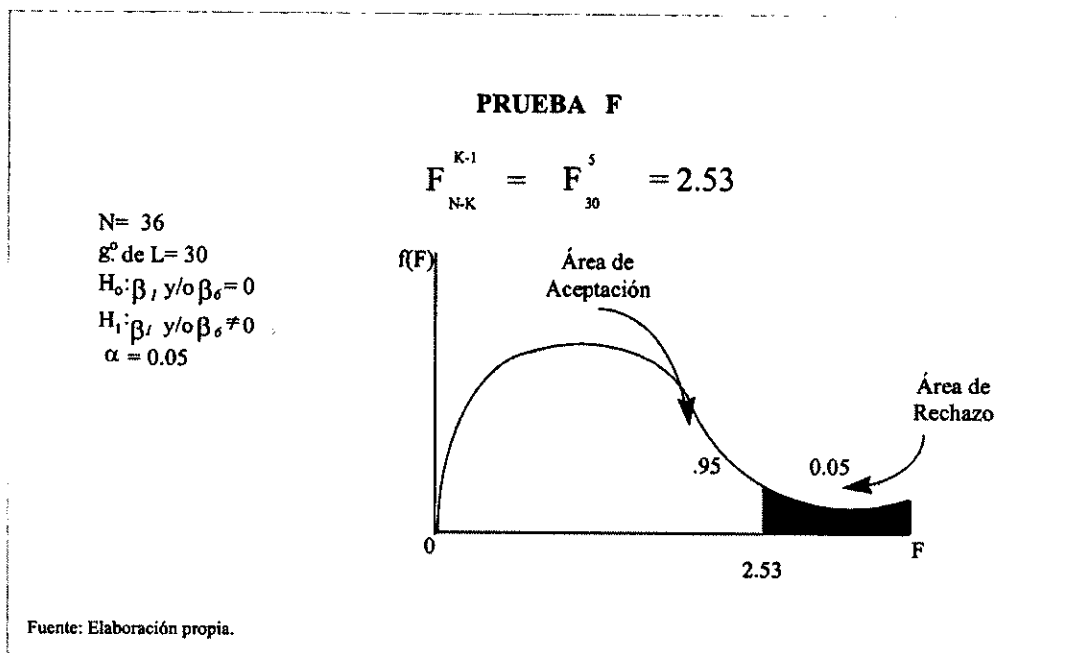
RESULTADOS DE LA REGRESIÓN

| LS/Variable Dependiente es LOG(DG) | | | | |
|---|--------------|----------------------------------|---------------|--------|
| Muestra (ajustada): 1994:01 1996:12 | | | | |
| Observaciones Incluidas: 36 después de los puntos finales | | | | |
| Variable | Coefficiente | Error Estándar | t-Estadística | Prob. |
| LOG(PIBMAN) | 0.892951 | 0.106762 | 8.383953 | 0.0000 |
| D2 | -0.093825 | 0.018139 | -5.172549 | 0.0000 |
| D4 | -0.056850 | 0.017983 | -3.161269 | 0.0036 |
| C | 9.381864 | 1.429872 | 6.581191 | 0.0000 |
| PDL01 | -0.024200 | 0.002596 | -9.322823 | 0.0000 |
| PDL02 | 0.000634 | 0.000773 | 0.819716 | 0.4188 |
| R-cuadrada | 0.877287 | Media de la variable dependiente | 20.43972 | |
| R-cuadrada ajustada | 0.856835 | Desviación estándar de la V.D. | 0.078183 | |
| Error Estándar de la Regresión | 0.029582 | Criterio de info Akaike | -6.890159 | |
| Suma de residuos cuadrados | 0.026253 | Criterio Schwarz | -6.626239 | |
| Probabilidad Log | 78.94108 | F-Estadística | 42.89460 | |
| Durbin-Watson estadístico | 2.248526 | Prob(F-Estadística) | 0.000000 | |
| Distribución de los rezagos de LOG(PRG) | | | | |
| i | Coefficiente | Error Estándar | T-Estadístico | |
| 0 | -0.01348 | 0.00833 | -1.61798 | |
| 1 | -0.01729 | 0.00617 | -2.80200 | |
| 2 | -0.02028 | 0.00437 | -4.63739 | |
| 3 | -0.02247 | 0.00304 | -7.39658 | |
| 4 | -0.02385 | 0.00233 | -10.2442 | |
| 5 | -0.02443 | 0.00229 | -10.8638 | |
| 6 | -0.02420 | 0.00260 | -9.32282 | |
| 7 | -0.02318 | 0.00290 | -7.99007 | |
| 8 | -0.02132 | 0.00304 | -7.01151 | |
| 9 | -0.01867 | 0.00296 | -6.31272 | |
| 10 | -0.01521 | 0.00262 | -5.80165 | |
| 11 | -0.01095 | 0.00202 | -5.41594 | |
| 12 | -0.00588 | 0.00115 | -5.11622 | |
| Suma de los rezagos | -0.24119 | 0.02354 | -10.2442 | |

Como se puede observar en el cuadro anterior, se muestra la trayectoria del efecto del precio relativo del gas natural, en donde la influencia del precio en el pasado, va comportándose de manera ascendente, alcanzando su punto más alto en el quinto y sexto punto, para después alcanzar el menor efecto en los últimos meses dentro de un período anual.

Para analizar la validación de la ecuación, se realizó la prueba de bondad y ajuste a través de la prueba F. Esta prueba evita asignar importancia sin fundamento a las variables explicativas en conjunto.

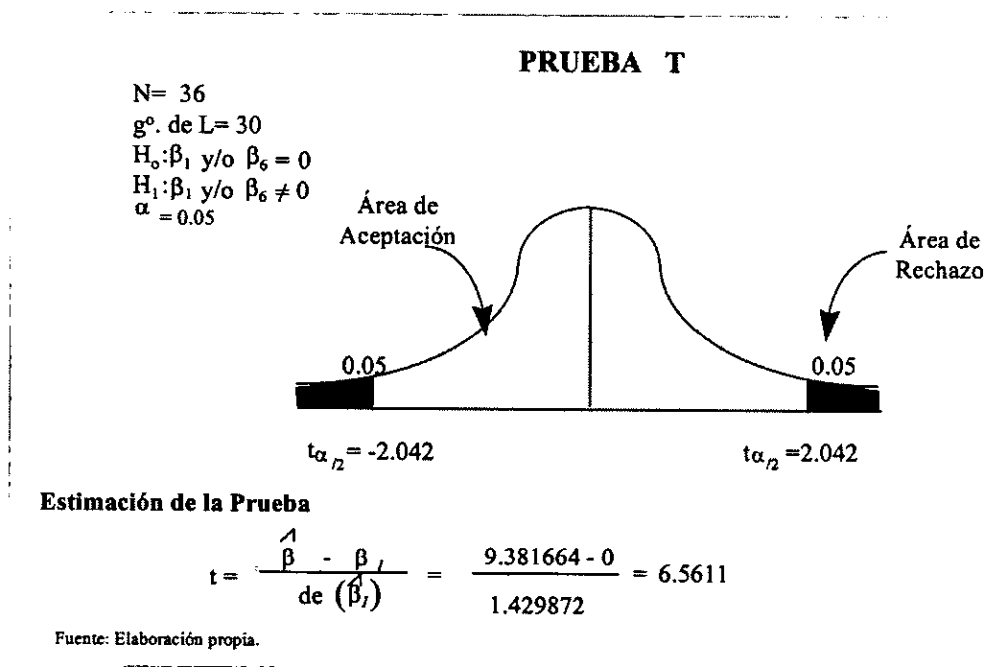
Figura 4.1



Como se observa en nuestros datos la F es de 42.89 y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, por lo que podemos afirmar que existe una relación suficientemente satisfactoria entre los factores determinantes con el consumo de gas natural para uso industrial.

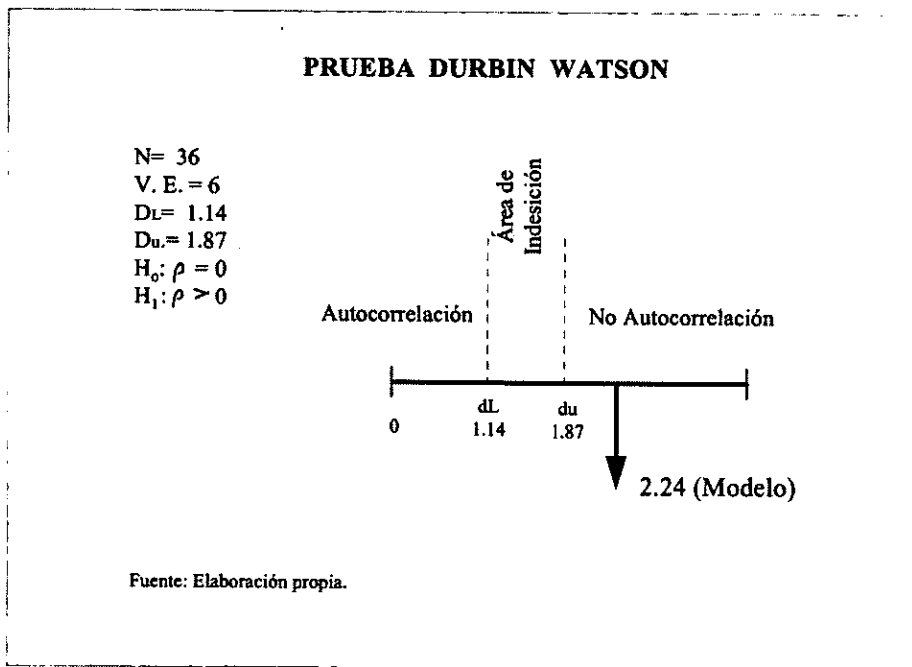
Por lo que respecta a la prueba estadística (t de Student) que destaca el nivel de significancia a nivel particular, aplicando un nivel de confianza de 95 ($\alpha = 0.05$), la cual mostró un comportamiento significativo superior al estadístico t en tablas (ver figura No. 4.2).

Figura No. 4. 2



Para detectar la existencia de autocorrelación, se aplicó la prueba Durbin Watson, la cual de acuerdo a los resultados obtenidos se descarta la existencia de autocorrelación con un nivel de confianza de 95 ($\alpha = 0.05$) (ver figura No. 4.3).

Figura No. 4.3



Asimismo, se realizó una prueba más innovadora, para poder comprobar si este modelo presentaba autocorrelación mediante la prueba Breusch-Godfrey, en este caso se consideraron dos de los residuos y los relaciona con el resto de las variables explicatorias. Este método sigue una forma asintótica siguiendo una distribución χ^2 , en donde se concluye que la hipótesis nula de no autocorrelación no se rechaza, mostrando un R^2 bajo (ver cuadro No. 4.5).

Cuadro No. 4.5

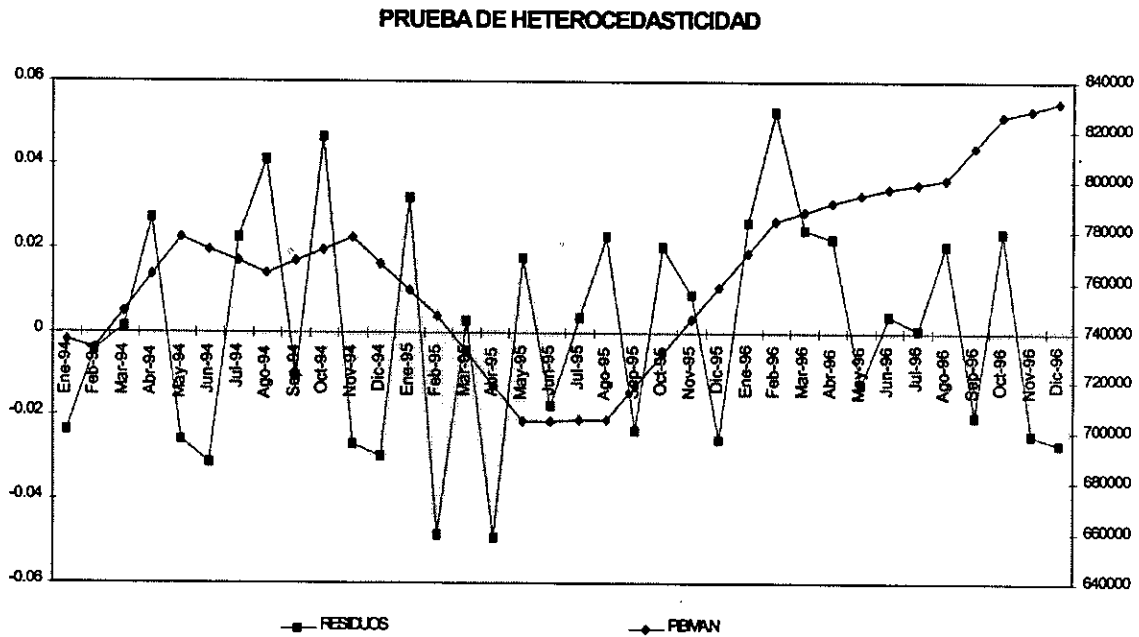
PRUEBA BREUSCH-GODFREY DE CORRELACIÓN SERIAL

| F-Estadística | 0.427249 | Probabilidad | 0.656482 | |
|-----------------------------------|------------|-----------------------------|---------------|--------|
| Obs*R-cuadrada | 1.066105 | Probabilidad | 0.586811 | |
| Ecuación de la Prueba | | | | |
| LS//Variable Dependiente es RESID | | | | |
| Variable | Coficiente | Error Estándar | t-Estadística | Prob. |
| LOG(PIBMAN) | 0.013591 | 0.117757 | 0.115415 | 0.9089 |
| D2 | 0.003278 | 0.019075 | 0.171853 | 0.8648 |
| D4 | 0.002100 | 0.018486 | 0.113587 | 0.9104 |
| C | -0.180090 | 1.576706 | -0.114219 | 0.9099 |
| PDL01 | -4.48E-05 | 0.002651 | -0.016891 | 0.9866 |
| PDL02 | 2.39E-05 | 0.000789 | 0.030332 | 0.9760 |
| RESID(-1) | -0.013484 | 0.205570 | -0.065592 | 0.9482 |
| RESID(-2) | -0.017286 | 0.219039 | -0.078919 | 0.9377 |
| R-cuadrada | 0.029614 | Media de la var dependiente | 7.49E-15 | |
| R-cuadrada ajustada | -0.212982 | D.E. de la var dependiente | 0.027388 | |
| E.E. de la regresión | 0.030164 | criterio info Akaike | -6.809110 | |
| Sum residuos cuadrados | 0.025476 | criterio Schwarz | -6.457216 | |
| Probabilidad Log | 79.48219 | F-Estadística | 0.122071 | |
| estadístico Durbin-Watson | 1.911528 | Prob (F-estadística) | 0.996088 | |

Por lo que respecta al problema de multicolinealidad. Lo podemos definir como un fenómeno de tipo muestral y no experimental, para detectarla no se presenta un método único. Los indicadores para detectarla son el coeficiente de determinación R^2 elevado con razones t 's no significativas; además, al haberse realizado y aprobado las pruebas necesarias podemos afirmar que en este modelo se rechaza la posibilidad de tener multicolinealidad.

En lo que se refiere al problema de heterocedasticidad, para realizar dicha prueba se consideró la variable PIBMAN y los errores de la regresión, ordenándolos en forma ascendente y graficándolos, observando que estos últimos no tienen una relación determinante con los valores de la variable explicatoria, es decir, en la medida que aumenta los valores de ésta no aumentan los errores (ver gráfica 4.5).

Gráfica No. 4.5



Sin embargo, se realizó una prueba más, la de heterocedasticidad de términos no cruzados, (Halbert White), la cual sigue una distribución asintótica χ^2 con grados de libertad igual al número de regresores, obteniéndose un R^2 satisfactoria. Por lo que se descarta la posibilidad de la existencia de heterocedasticidad (ver cuadro No. 4.6).

Cuadro No. 4.6

| PRUEBA DE HETEROCEDASTICIDAD DE TÉRMINOS NO CRUZADOS | | | | |
|--|------------|-----------------------------|---------------|--------|
| F-estadística | 3.528469 | Probabilidad | 0.007682 | |
| Obs*R-cuadrada | 16.87261 | Probabilidad | 0.018236 | |
| Ecuación de la prueba | | | | |
| LS// Variable Dependiente es RESID^2 | | | | |
| Muestra: 1994:01 1996:12 | | | | |
| Observaciones incluidas: 36 | | | | |
| Variable | Coficiente | Error Estandar | t-Estadística | Prob. |
| C | 0.096010 | 0.097969 | 0.980004 | 0.3355 |
| LOG(PIBMAN) | 0.012515 | 0.007325 | 1.708463 | 0.0986 |
| D2 | 0.001388 | 0.000377 | 3.686747 | 0.0010 |
| D4 | 0.000501 | 0.000385 | 1.303953 | 0.2029 |
| PDL01 | -0.010888 | 0.007767 | -1.401853 | 0.1719 |
| PDL01^2 | 0.000135 | 9.60E-05 | 1.408542 | 0.1700 |
| PDL02 | 0.000776 | 0.000668 | 1.160490 | 0.2556 |
| PDL02^2 | 3.19E-06 | 2.97E-06 | 1.073588 | 0.2922 |
| R-cuadrada | 0.468683 | Media de la var dependiente | 0.000729 | |
| R-cuadrada ajustada | 0.335854 | D.E. de la var dependiente | 0.000726 | |
| Error estándar de la regresión | 0.000591 | Criterio info Akaike | -14.67325 | |
| Sum de los residuos cuadrados | 9.79E-06 | Criterio Schwarz | -14.32135 | |
| Probabilidad Log | 221.0366 | F-estadística | 3.528469 | |
| Durbin-Watson estadístico | 2.501733 | Prob(F-estadístico) | 0.007682 | |

DOMÉSTICO

Para el caso del sector doméstico se dividió el consumo del sector residencial y el comercial; de donde de acuerdo a los datos del Balance Nacional de Energía, este último subsector consume aproximadamente el 14% del total del sector. La demanda de GN para cada subsector estará determinado por la demanda de GN (último dato histórico existente) para la zona geográfica + el Consumo de gas LP (último dato histórico) implicando una sustitución por Gas Natural: aplicando un factor para determinar la equivalencia de toneladas de GLP a Millones de pies cúbicos diarios (MMPCD).

Proyectándose la demanda total de GN y GLP, suponiendo que siguen un patrón de crecimiento determinado por el crecimiento de la población del estado correspondiente de la zona geográfica determinada de 1996. Todo esto por la fracción poblacional, que se

refiere únicamente a la población de los centros urbanos en los municipios que la Zona geográfica abarca por el crecimiento de la población a través del período de proyección, por el factor de penetración anual en el cual se supone que el patrón de sustitución toma la forma de la curva normal acumulativa: la cantidad de meses que transcurre entre el inicio del proyecto y la conexión de los hogares y comercial (considerando restaurantes, hoteles y hospitales) a la red de distribución, la que muestra una distribución normal.

Aplicando la fórmula estadística para la obtención de la distribución normal considerando que si los proyectos tienen un período de maduración de diez años o sea 120 meses resulta que la media es igual a 60 meses y una desviación estándar de 20 meses, obtenemos una fracción de penetración anual, la cual tienen una trayectoria inicial lenta, cuya explicación se debe a la presencia de dificultades burocráticas y administrativas y en segundo término a la falta de información y aceptación de la población.

Posteriormente, se desplaza positivamente hasta llegar a la etapa final de saturación correspondiente a la fracción máxima de penetración de la zona geográfica y finalmente se multiplica por la fracción máxima de penetración estimada, proporcionado por la autoridad correspondiente, que en este caso es la CRE. Y para el caso del consumo del sector comercial se multiplica por el crecimiento del sector (último dato histórico).

TRANSPORTES

En lo referente al Consumo de gas natural para uso de transporte, específicamente este proyecto está destinado únicamente a la ZMVM.

Para el análisis de la demanda se consideraron las diferentes clases de servicio y el programa que se aplicará a cada uno de ellos de acuerdo a lo establecido por el GDF.

Se establece que cada unidad tiene un recorrido promedio diario y los días que circulan aproximadamente al año. Por lo que este recorrido requiere de cierta cantidad de combustible, de acuerdo al rendimiento por litro del combustible que se trate; lo que es expresado en Kilocalorías (Kcal), considerando las kcal del gas natural comprimido se

establece los m³ necesarios de este combustible que la unidad requerirá en su actividad normal.

Finalmente, se aplica el factor de penetración establecido por la CRE, así como su crecimiento anual para cada uno de los servicios para obtener la demanda esperada.

Como conclusión, podemos afirmar que las variables seleccionadas, después de varias pruebas, son las más representativas, para determinar la demanda de gas natural dentro de estos tres sectores, lo cual se pudo comprobar en la verificación realizada dentro de este capítulo, lo que permite darle la validez precisa.

Esta estacionalidad se pudo comprobar al aplicar dos variables dicotómicas multiplicativas, lo cual es una forma de estimar la estacionalidad dentro de un modelo, es decir, para determinar el consumo del mes de marzo por ejemplo, "D" toma el valor de 1 y para el resto de los meses dentro de un período anual de 0, reflejando de esta manera la estacionalidad dentro de este modelo, lo que representó un descenso en la demanda, siendo principalmente los meses de febrero y abril los que muestran mayor grado de esta particularidad y los más altos resultaron ser los del último trimestre del año y enero, es decir, durante el período invernal.

5.2 RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN

INDUSTRIAL

Hasta hace pocos años el gas natural se vendía a cualquier comprador a precios sumamente bajos porque de no venderlo habría que quemarse en la atmósfera. No obstante se disponía de una oferta relativamente abundante y es a partir del primer shock petrolero que sus ventajas se tornaron muy rentables, principalmente en los países desarrollados se destinó el uso de este en usos industriales para los cuales es más adecuado que cualquier otro combustible.

La participación del consumo de la energía dentro del sector industrial, se encuentra dominada principalmente por el consumo de gas natural, el cual para 1996 registró aproximadamente el 52%, del total. Por lo que su participación ha venido mostrando una tendencia creciente, sobre todo para este uso (ver gráfica No. 5.2). Por lo que se espera que esta participación sea mucho más significativa.

CAPÍTULO 5

PROYECCIÓN DEL MODELO 1997-2010

Parte importante de un modelo matemático, lo constituye las predicciones y pronósticos que se derivan de él, y es en este capítulo, donde se presentarán inicialmente las interpretaciones, para después poder presentar los resultados de la proyección de la demanda de gas natural para uso industrial, doméstico y de transportes.

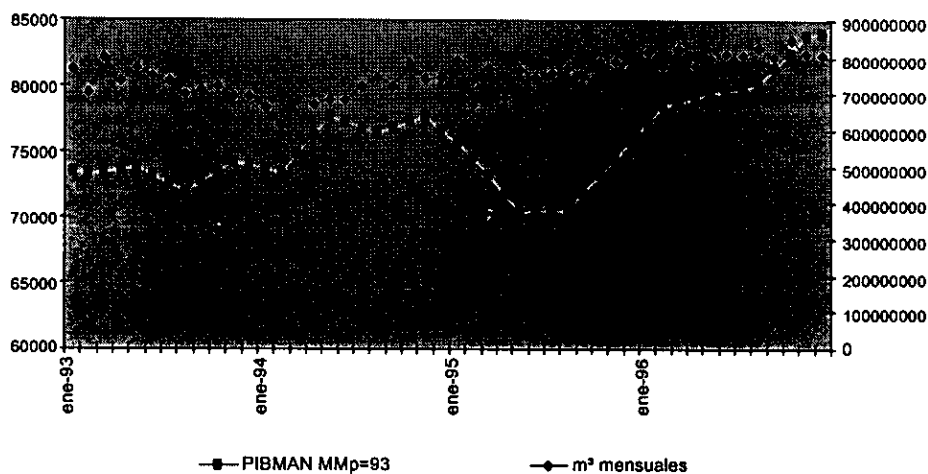
5.1 INTERPRETACIÓN DEL MODELO

De acuerdo a los coeficientes obtenidos, vemos que este modelo matemático tiene un buen comportamiento, mostrando un alto grado de determinación con un R^2 de 0.88, el cual explica la relación de las variables independientes con la variable dependiente.

El crecimiento del consumo de energía muestra un comportamiento marcado por las características del desarrollo económico (ver gráfica No. 5.1).

Gráfica No. 5.1

PIB MANUFACTURERO VS. CONSUMO DE GN DEL SECTOR INDUSTRIAL 1993-1996



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI y PEMEX.

Esta variable guarda una relación positiva con la demanda de gas natural; por lo que a un aumento en la actividad productiva, inevitablemente conduce a un aumento en el consumo de la energía, en este caso de gas natural.

Esta relación puede ser mejor entendida por la intensidad energética; definiéndola de la siguiente manera: por cada peso que se genere por el sector manufacturero, es necesario invertir X cantidad de energía; mostrando un coeficiente de elasticidad-ingreso de la demanda energética.

Lo que significa que el consumo de energía responde rápidamente a un incremento de la capacidad productiva y de acuerdo a los datos obtenidos en la regresión, se puede decir que por cada punto porcentual que se incremente el PIB manufacturero, el consumo de gas natural para este sector crecerá en 0.89% a nivel nacional, debido a la estrecha relación de los procesos productivos con el consumo de energía.

Por otro lado, el precio de la energía constituye un factor importante para la determinación del costo del bien, el cual también mantiene una relación estrecha con la demanda de esta misma. La relación del precio del gas natural con la demanda de energía se muestra en forma negativa, apoyándose en la teoría económica que especifica que al registrarse una baja en el precio, conduce a un incremento en la demanda.

Para la especificación de este modelo, como ya se mencionó en el capítulo anterior, se aplicó el método Almon, en el cual se muestra como esta variable tiene una influencia no inmediata y distinta a lo largo de un período anual.

Actualmente se ofrecen diferentes mecanismos para evitar esta volatilidad en los precios; entre los que podemos mencionar los contratos de cobertura ofrecidos por PGPB, los cuales permiten neutralizar el riesgo derivado de las fluctuaciones en el precio.

En el caso del gas natural los precios se caracterizan por registrar un comportamiento estacional, traducido en precios altos en invierno y bajos en verano; por lo que estos contratos se ofrecen de manera adicional al contrato de suministro, y el usuario tiene la posibilidad de elegir cual es el que le conviene más.

Esta estacionalidad se pudo comprobar al aplicar dos variables dicotómicas multiplicativas, lo cual es una forma de estimar la estacionalidad dentro de un modelo, es decir, para determinar el consumo del mes de marzo por ejemplo, "D" toma el valor de 1 y para el resto de los meses dentro de un período anual de 0, reflejando de esta manera la estacionalidad dentro de este modelo, lo que representó un descenso en la demanda, siendo principalmente los meses de febrero y abril los que muestran mayor grado de esta particularidad y los más altos resultaron ser los del último trimestre del año y enero, es decir, durante el período invernal.

5.2 RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN

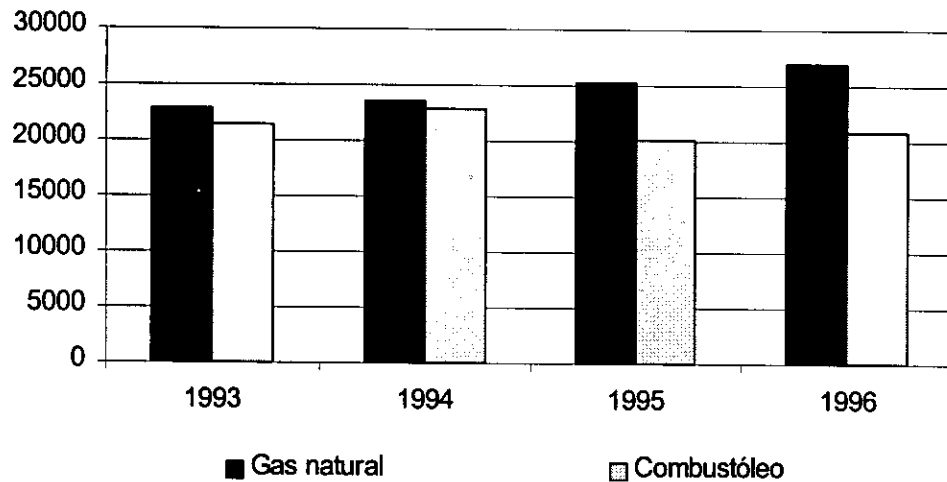
INDUSTRIAL

Hasta hace pocos años el gas natural se vendía a cualquier comprador a precios sumamente bajos porque de no venderlo habría que quemarse en la atmósfera. No obstante se disponía de una oferta relativamente abundante y es a partir del primer shock petrolero que sus ventajas se tornaron muy rentables, principalmente en los países desarrollados se destinó el uso de este en usos industriales para los cuales es más adecuado que cualquier otro combustible.

La participación del consumo de la energía dentro del sector industrial, se encuentra dominada principalmente por el consumo de gas natural, el cual para 1996 registró aproximadamente el 52%, del total. Por lo que su participación ha venido mostrando una tendencia creciente, sobre todo para este uso (ver gráfica No. 5.2). Por lo que se espera que esta participación sea mucho más significativa.

Gráfica No. 5.2

**CONSUMO DE GAS NATURAL Y COMBUSTÓLEO
DEL SECTOR INDUSTRIAL 1993-1996**
(Miles de metros cúbicos diarios)



La proyección de México en el campo industrial se incrementará cada día en la necesidad de energéticos, en la búsqueda de un mejor equilibrio entre desarrollo-medio ambiente, con la aplicación de consumo de hidrocarburos más amistosos al medio ambiente. Un ejemplo de ello es la sustitución del uso del combustóleo de alto contenido de azufre, sobre todo en la generación de electricidad y uso industrial.

El crecimiento mostrado por el consumo de gas natural para este sector fue del 3.4% durante 1993-1996, y se espera que su crecimiento se mantenga a una tasa promedio anual del 3.8% para el período de proyección dentro del primer escenario, mientras que para el segundo y tercero sea de 4.1% y 5.5%, respectivamente (ver cuadro No. 5.1).

Cuadro No. 5.1

CONSUMO INDUSTRIAL DE GAS NATURAL 1993-2010

Millones de metros cúbicos por día

| AÑO | ESCENARIO 1 | ESCENARIO 2 | ESCENARIO 3 |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 1993 | 24.01 | 24.01 | 24.01 |
| 1994 | 23.11 | 23.11 | 23.11 |
| 1995 | 24.91 | 24.91 | 24.91 |
| 1996 | 26.41 | 26.42 | 26.42 |
| 1997 | 26.73 | 26.86 | 27.05 |
| 1998 | 27.31 | 27.54 | 28.11 |
| 1999 | 28.50 | 28.82 | 29.84 |
| 2000 | 29.48 | 29.89 | 31.39 |
| 2001 | 30.63 | 31.14 | 33.17 |
| 2002 | 31.86 | 32.46 | 35.05 |
| 2003 | 33.16 | 33.84 | 37.03 |
| 2004 | 34.51 | 35.29 | 39.13 |
| 2005 | 35.92 | 36.80 | 41.35 |
| 2006 | 37.38 | 38.37 | 43.69 |
| 2007 | 38.91 | 40.01 | 46.17 |
| 2008 | 40.49 | 41.71 | 48.78 |
| 2009 | 42.03 | 43.44 | 51.54 |
| 2010 | 43.58 | 45.22 | 54.47 |

Fuente: Elaboración propia.

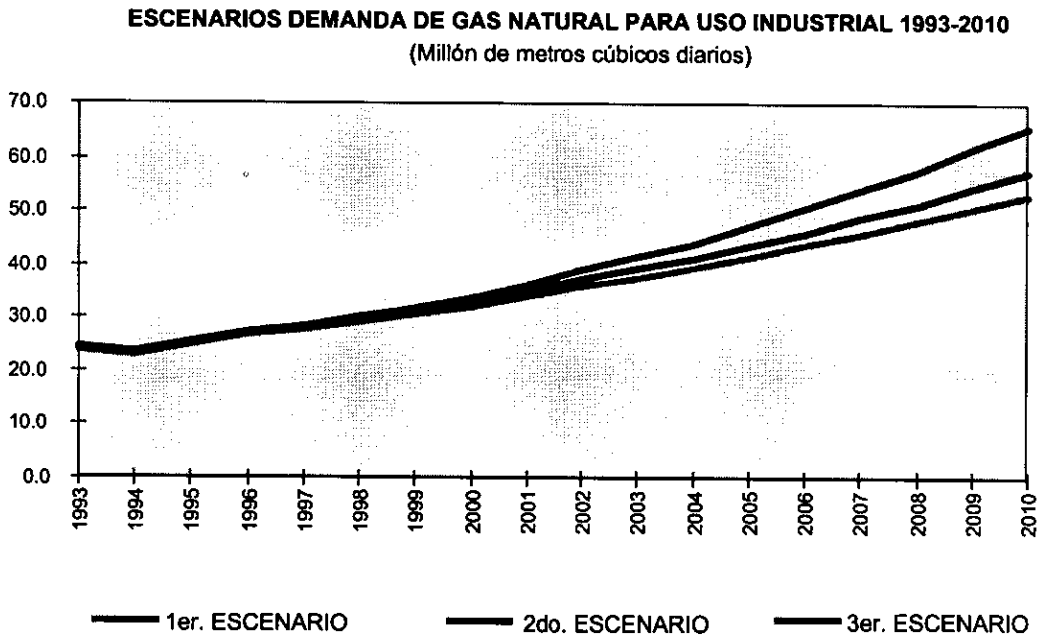
El error estándar de la regresión, es una medida que define el tamaño de los errores del pronóstico, es decir, que tan lejos se encuentra de la realidad, el cual se puede definir por la desviación estándar de los residuos:

$$S = \sqrt{\frac{1}{T - k} u' u}$$

donde T es el número de las observaciones y k el número de las variables explicatorias, incluyendo la constante. Por lo que de acuerdo a los datos obtenidos para esta proyección, se estima un error estándar de 0.029.

De acuerdo a los tres escenarios planteados, con anterioridad, considerando las variables macroeconómicas precisas, se obtiene la siguiente gráfica de la tendencia del consumo de gas natural para uso industrial.

Gráfica No. 5.3



Fuente: Elaboración propia.

Cabe hacer mención que de acuerdo a los datos obtenidos en el escenario base por el IMP para el documento “Prospectiva del Mercado de Gas Natural 1998-2007”, el consumo de gas natural para este uso, sin considerar PEMEX Petroquímica Básica (de la misma manera que se realizó en la presente investigación), se espera que sea de 49.02 MMm³d para el año de 2007 (último dato proyectado por el IMP), dato semejante a los obtenidos para este mismo año, en este modelo, 45.9 MMm³d para el primer escenario, 48.5 MMm³d y 53.9MMm³d para el segundo y tercero respectivamente.

Doméstico

El incremento anual en la demanda de gas natural para uso residencial y comercial se espera sea superior al 20%; alcanzando su punto de máxima penetración a partir del año 2002, con un incremento aproximado del 26% con respecto al año precedente.

Siendo los Estados del Norte los que presentarán un crecimiento promedio anual superior al resto; principalmente fundamentado en que en esta región del país ya se cuenta con infraestructura y registran un consumo histórico; resalta el caso de Tamaulipas, Nuevo León, Baja California y Coahuila.

Por su parte, el consumo de D.F. se verá incrementado a un ritmo de 9.1% anual durante este período de proyección y del 39.3% a partir del 2003 año en que se espera contar con una adecuada infraestructura, como respuesta a las necesidades regionales (ver cuadros No. 5.2, 5.3 y 5.4).

Cuadro No 5.2

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SECTOR DOMÉSTICO 1997-2010

(Miles de metros cúbicos diarios)

| ESTADO/AÑO | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| AGUASCALIENTES | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 9.5 | 26.2 | 54.5 | 88.7 | 117.7 | 136.0 | 145.3 | 150.1 |
| BAJA CALIFORNIA | 0.0 | 0.7 | 3.1 | 13.3 | 49.5 | 138.7 | 296.9 | 499.9 | 689.4 | 820.8 | 891.1 | 926.6 | 949.0 | 968.3 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CAMPECHE | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| COAHUILA | 87.7 | 89.4 | 91.5 | 95.8 | 109.9 | 145.3 | 210.7 | 296.5 | 376.7 | 430.7 | 462.6 | 479.4 | 490.6 | 500.5 |
| COLIMA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 1.9 | 5.9 | 13.3 | 23.2 | 32.7 | 39.3 |
| CHIAPAS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CHIHUAHUA | 510.5 | 532.8 | 556.4 | 596.2 | 673.3 | 809.8 | 1,000.7 | 1,205.0 | 1,377.4 | 1,502.2 | 1,551.6 | 1,596.9 | 1,618.8 | 1,650.7 |
| DISTRITO FEDERAL | 160.9 | 162.0 | 167.7 | 182.1 | 244.5 | 412.3 | 730.9 | 1,157.7 | 1,560.9 | 1,829.8 | 1,993.8 | 2,076.0 | 2,127.0 | 2,170.4 |
| DURANGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GUANAJUATO | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 2.1 | 9.5 | 31.0 | 75.5 | 140.5 | 208.3 | 259.3 | 288.0 | 302.1 | 310.2 | 316.6 |
| GUERRERO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| HIDALGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 1.7 | 4.6 | 9.5 | 15.3 | 20.4 | 23.5 | 25.1 | 26.0 |
| JALISCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 13.4 | 49.3 | 134.4 | 276.4 | 447.2 | 593.5 | 685.8 | 732.6 |
| MEXICO | 64.2 | 67.8 | 78.2 | 105.5 | 208.8 | 480.0 | 995.5 | 1,701.0 | 2,401.1 | 2,921.2 | 3,180.7 | 3,310.4 | 3,391.1 | 3,480.2 |
| MICHOACÁN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| MORELOS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.5 | 5.7 | 15.5 | 32.1 | 52.0 | 69.0 | 79.8 | 85.2 | 88.0 |
| NAJARI | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NEOQUÉRON | 1,663.4 | 1,703.3 | 1,734.2 | 1,784.5 | 1,784.2 | 1,823.4 | 1,852.0 | 1,860.0 | 1,907.3 | 1,935.1 | 1,973.0 | 2,011.7 | 2,051.1 | 2,091.3 |
| OAXACA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PUEBLA | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.6 | 7.3 | 23.7 | 57.4 | 106.2 | 156.6 | 193.8 | 215.3 | 225.8 | 231.8 | 236.6 |
| QUERÉTARO | 36.3 | 37.7 | 39.2 | 41.7 | 47.8 | 61.4 | 85.0 | 114.9 | 142.6 | 161.9 | 171.8 | 177.2 | 181.2 | 184.8 |
| QUINTANA ROO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SAN LUIS POTOSÍ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 2.8 | 9.4 | 23.0 | 43.2 | 64.2 | 80.8 | 90.4 | 95.1 | 97.7 |
| SINALOA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SONORA | 4.0 | 4.7 | 6.4 | 14.2 | 35.9 | 76.9 | 139.2 | 199.0 | 241.5 | 263.7 | 275.7 | 282.8 | 288.6 | 294.3 |
| TABASCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TAMAULIPAS | 118.2 | 120.4 | 122.3 | 126.4 | 137.2 | 160.8 | 199.2 | 244.5 | 283.0 | 306.9 | 320.9 | 328.7 | 334.5 | 339.8 |
| TLAXCALA | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 1.5 | 5.0 | 12.8 | 24.9 | 38.8 | 50.8 | 56.4 | 59.2 | 60.8 | 62.0 |
| VERACRUZ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.9 | 6.9 | 18.0 | 39.1 | 62.9 | 83.5 | 96.5 | 103.1 | 106.5 |
| YUCATÁN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.4 | 5.1 | 13.9 | 28.7 | 46.4 | 61.6 | 71.2 | 76.0 |
| ZACATECAS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 2.5 | 7.0 | 15.2 | 25.5 | 34.8 | 41.0 |
| TOTAL NACIONAL | 2,645.3 | 2,718.7 | 2,800.2 | 2,943.9 | 3,321.1 | 4,182.2 | 5,703.9 | 7,714.0 | 9,714.4 | 11,277.4 | 12,274.6 | 12,866.9 | 13,312.9 | 13,832.7 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la CRE, PGPB, INEGI Y COMAFO.

Cuadro No. 5.3

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SUBSECTOR COMERCIAL 1997-2010

(Miles de metros cúbicos diarios)

| ESTADO/AÑO | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AGUASCALIENTES | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 3.8 | 7.9 | 12.8 | 17.0 | 18.6 | 21.0 | 21.7 |
| BAJA CALIFORNIA | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 1.9 | 7.2 | 20.0 | 42.9 | 72.2 | 99.8 | 118.5 | 128.7 | 133.8 | 137.1 | 138.9 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CAMPECHE | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| COAHUILA | 12.3 | 12.9 | 13.2 | 13.8 | 15.9 | 21.0 | 30.4 | 42.8 | 54.4 | 62.2 | 66.8 | 69.2 | 70.9 | 72.3 |
| COLIMA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 1.9 | 3.4 | 4.7 | 5.7 |
| CHIAS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CHIHUAHUA | 71.5 | 78.9 | 80.4 | 86.1 | 97.2 | 116.9 | 144.5 | 174.0 | 198.9 | 217.0 | 224.1 | 229.2 | 233.8 | 238.4 |
| DISTRITO FEDERAL | 22.5 | 23.4 | 24.2 | 26.3 | 35.3 | 59.5 | 105.6 | 167.2 | 225.4 | 284.3 | 288.0 | 299.8 | 307.2 | 313.5 |
| DURANGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GUANAJUATO | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 1.4 | 4.5 | 10.9 | 20.3 | 30.1 | 37.5 | 41.6 | 43.8 | 44.8 | 45.7 |
| GUERRERO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| HIDALGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 1.4 | 2.2 | 2.9 | 3.4 | 3.6 | 3.8 |
| JALISCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.9 | 7.1 | 19.4 | 39.9 | 64.8 | 85.7 | 99.1 | 105.8 |
| MEXICO | 9.0 | 9.8 | 11.3 | 15.2 | 30.2 | 69.3 | 143.8 | 245.7 | 346.8 | 421.9 | 459.4 | 478.1 | 489.8 | 499.8 |
| MICHOACÁN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| MORELOS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | 2.2 | 4.6 | 7.5 | 10.0 | 11.5 | 12.3 | 12.7 |
| NAYARIT | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NEOQUERÉTAN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NUEVO LEÓN | 232.9 | 246.0 | 250.5 | 254.8 | 258.1 | 263.4 | 267.5 | 271.5 | 275.5 | 279.5 | 285.0 | 290.5 | 296.2 | 302.0 |
| OAXACA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| QUEBETÁN | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 1.1 | 3.4 | 8.3 | 15.3 | 22.6 | 28.0 | 31.1 | 32.6 | 33.5 | 34.2 |
| QUERÉTARO | 5.1 | 5.4 | 5.7 | 6.0 | 6.9 | 8.9 | 12.3 | 16.8 | 20.6 | 23.4 | 24.8 | 25.6 | 26.2 | 26.7 |
| QUINTANA ROO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SAN LUIS POTOSÍ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 3.3 | 6.2 | 9.3 | 11.7 | 13.1 | 13.7 | 14.1 |
| SINALOA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SONORA | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 2.0 | 5.2 | 11.4 | 20.1 | 28.7 | 34.9 | 38.1 | 39.8 | 40.8 | 41.7 | 42.5 |
| TABASCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TAMAULIPAS | 16.6 | 17.4 | 17.7 | 18.3 | 19.8 | 23.2 | 28.8 | 35.3 | 40.9 | 44.3 | 48.4 | 47.5 | 48.3 | 49.1 |
| TLAXCALA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.7 | 1.8 | 3.6 | 5.6 | 7.3 | 8.2 | 8.5 | 8.8 | 9.0 |
| VERACRUZ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 1.0 | 2.7 | 5.6 | 9.1 | 12.1 | 13.9 | 14.9 | 15.4 |
| YUCATAN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.7 | 2.0 | 4.1 | 6.7 | 8.9 | 10.3 | 11.0 |
| ZACATECAS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 2.2 | 3.7 | 5.0 | 5.9 |
| TOTAL NACIONAL | 370.3 | 382.7 | 404.4 | 425.2 | 479.7 | 604.0 | 823.8 | 1114.1 | 1403.1 | 1828.8 | 1772.8 | 1862.7 | 1922.8 | 1969.0 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la CRE, PGPB, INEGI Y CONAPO.

Cuadro No. 5.4

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SUBSECTOR RESIDENCIAL 1997-2010

(Miles de metros cúbicos diarios)

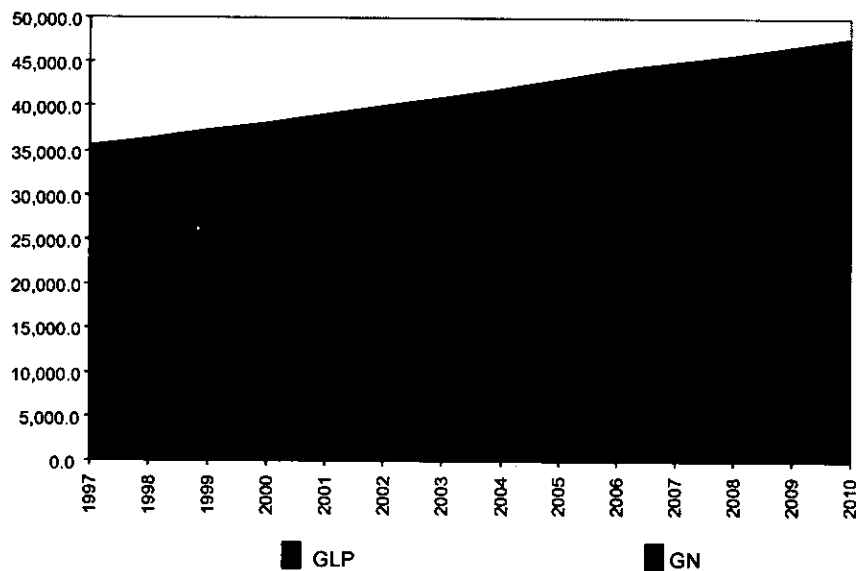
| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| ESTADUANO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 2.2 | 8.1 | 22.4 | 46.6 | 75.9 | 100.7 | 116.4 | 124.3 | 128.4 |
| AGUASCALIENTES | 0.0 | 0.6 | 2.7 | 11.3 | 42.4 | 118.7 | 254.0 | 427.7 | 589.8 | 702.2 | 762.4 | 792.7 | 811.9 | 828.5 |
| BAJA CALIFORNIA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CAMPECHE | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| COAHUILA | 75.4 | 76.4 | 78.3 | 81.9 | 94.0 | 124.3 | 180.3 | 253.7 | 322.3 | 368.5 | 395.8 | 410.1 | 419.7 | 428.2 |
| COLIMA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.7 | 5.0 | 11.4 | 19.9 | 28.0 | 33.6 |
| CHIHUAHUA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| CHIRIHUAHA | 439.0 | 455.8 | 476.0 | 510.1 | 576.0 | 692.7 | 856.2 | 1,031.0 | 1,178.5 | 1,285.3 | 1,327.5 | 1,357.7 | 1,385.0 | 1,412.3 |
| DISTRITO FEDERAL | 138.4 | 138.6 | 143.4 | 155.8 | 209.2 | 352.7 | 625.3 | 990.5 | 1,335.4 | 1,565.5 | 1,705.8 | 1,776.2 | 1,819.8 | 1,856.9 |
| DURANGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GUANAJUATO | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.8 | 8.1 | 26.5 | 64.6 | 120.2 | 178.2 | 221.9 | 246.4 | 256.5 | 265.4 | 270.9 |
| GUERRERO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| HIDALGO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 3.9 | 8.1 | 13.1 | 17.4 | 20.1 | 21.5 | 22.2 |
| JALISCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 11.4 | 42.2 | 115.0 | 236.5 | 382.6 | 507.8 | 586.8 | 626.8 |
| MEXICO | 55.2 | 58.0 | 66.9 | 90.3 | 178.6 | 410.6 | 851.8 | 1,455.3 | 2,054.3 | 2,499.3 | 2,721.3 | 2,832.2 | 2,901.3 | 2,960.4 |
| MICHUAN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| MORELOS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.3 | 4.8 | 13.3 | 27.5 | 44.5 | 59.1 | 68.3 | 72.9 | 75.3 |
| NAYARI | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| NUOVO LEON | 1,430.5 | 1,457.3 | 1,483.7 | 1,509.6 | 1,535.1 | 1,560.1 | 1,584.5 | 1,608.5 | 1,631.8 | 1,655.6 | 1,686.0 | 1,721.1 | 1,754.9 | 1,789.2 |
| OAXACA | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PUEBLA | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.4 | 6.2 | 20.3 | 49.1 | 90.9 | 133.9 | 165.8 | 184.2 | 193.2 | 198.3 | 202.5 |
| QUERETARO | 31.3 | 32.3 | 33.6 | 35.7 | 40.9 | 52.5 | 72.7 | 98.3 | 122.0 | 138.5 | 147.0 | 151.6 | 155.0 | 158.1 |
| QUINTANA ROO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SALINAS POTOS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 2.4 | 8.0 | 19.7 | 36.9 | 54.9 | 69.1 | 77.3 | 81.4 | 83.6 |
| SINAI | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| SONORA | 3.4 | 4.0 | 5.5 | 12.1 | 30.7 | 67.5 | 119.1 | 170.3 | 206.6 | 225.6 | 235.9 | 242.0 | 247.0 | 251.8 |
| TABASCO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TAMAULIPAS | 101.7 | 103.0 | 104.6 | 108.1 | 117.4 | 137.6 | 170.5 | 209.2 | 242.1 | 262.6 | 274.6 | 281.2 | 286.2 | 290.7 |
| TLAXCALA | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 1.3 | 4.3 | 10.9 | 21.3 | 33.2 | 43.5 | 48.3 | 50.6 | 52.0 | 53.1 |
| VERACRUZ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.6 | 5.9 | 16.2 | 33.4 | 53.8 | 71.5 | 82.6 | 88.2 | 91.1 |
| YUCATAN | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.2 | 4.3 | 11.9 | 24.5 | 39.7 | 52.7 | 60.9 | 65.0 |
| ZACATECAS | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 2.1 | 6.0 | 13.0 | 21.8 | 29.8 | 35.1 |
| TOTAL NACIONAL | 2,274.9 | 2,326.1 | 2,395.8 | 2,518.7 | 2,841.4 | 3,578.2 | 4,880.1 | 6,599.9 | 8,311.3 | 9,648.6 | 10,501.7 | 11,034.2 | 11,390.1 | 11,663.7 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la CRE, PGPB, INEGI Y CONAPO.

Por lo que el papel del gas natural dentro de este sector llegará a tomar un lugar importante en el balance de energía; no obstante el crecimiento del consumo de gas LP tendrá una tendencia creciente de manera no significativa; sin embargo, es a partir del año 2002, que registrará tasas decreciente en su consumo (ver gráfica No. 5.4).

Gráfica No. 5.4

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DEL SECTOR DOMÉSTICO
DE GN Y GLP 1997-2010**
(Miles de metros cúbicos diarios)



Se espera que la aceptación en la población que desconoce los beneficios del consumo de este combustible para uso residencial y comercial sea favorable; puesto que ofrece ventajas comparativas económicas y de seguridad.

Durante la exposición de gas natural “El Mercado mexicano de Gas Natural para el Siglo XXI”; realizada por la Asociación Mexicana de Gas Natural (AMGN), se destacó el papel de los distribuidores, el cual en este sentido será fundamental para la creación de una cultura en la población logrando una aceptación mayor del gas natural como combustible seguro y más amistoso al medio ambiente; sugiriendo que estas empresas podrían realizar manuales, reuniones en las que se invite a la población a participar; a sí como la realización continua de simulacros.

Por lo que son varias las empresas que se encuentran estudiando la forma más conveniente de lograr esta cultura en la población, un ejemplo de ello, lo es la empresa “Gas de Chihuahua”, los cuales operan ya en la zona geográfica y están llevando a cabo juntas vecinales, las cuales han tenido buen resultado en la aceptación del uso de gas natural y ésta misma empresa presenta al usuario diferentes paquetes en los que incluye la instalación de medidores y tubería necesaria.

Asimismo, se resaltó la existencia el sistema SCADA, con el que PEMEX ya cuenta, y el cual permite tener un control y medición; monitoreando y localizando cualquier tipo de fuga; mediante señales por medio de satélite. Este sistema opera desde un centro de control y puede cerrar cualquier válvula de la red, sin complicación alguna.

Transporte

Respecto al sector transportes, de acuerdo a la política implementada por el gobierno del D.F.; el crecimiento de este servicio marcará un aumento a diferentes tasas. Por lo que ha implementado varios proyectos aunados al consumo de gas natural para uso vehicular; para lograr la disminución de las emisiones contaminantes del principal generador de ellas. Entre estos proyectos podemos mencionar el de descarcachizar a la Ciudad de México, así como la intensificación de la investigación en el mejoramiento de gasolinas.

Este crecimiento de las necesidades de transporte se espera ser cubierta al implementar el programa de uso de combustibles alternativos; que gradualmente den forma a una nueva estructura de transporte eficiente, seguro y ambientalmente limpio.

El crecimiento promedio anual para uso del gas natural en el sector transporte será 30%, siendo principalmente los servicios de transporte público quien muestre los más altos consumos el 46.7% para el caso de los taxis y del 31.9% para combis y microbuses.

La penetración en el consumo de gas natural para uso vehicular mostrará la máxima penetración en el año 2001 y posteriormente se espera que muestre una tendencia creciente, pero en menor proporción (ver cuadros No. 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9).

Cuadro No. 5.5

| AUTOMOVILES PARTICULARES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | |
|--|---|
| TOTAL UNIDADES 1996 | 2,301,445 |
| MEDIDA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR EL GDF. | <ul style="list-style-type: none"> * Introducción de programas de normas de baja emisión de contaminantes (Hoy No Circula). * Retiro acelerado de la circulación de vehículos anteriores a 1980 (650, 343 unidades) el 28% de esta clase de vehículos. No se considera una sustitución inmediata por otro automotor. * Retroadaptación de convertidores catalíticos (unidades 1985-1990). |
| Incremento anual esperado al 2010 | 5.0% |
| Fuente: Elaboración propia, con base en información de G.D.F. | |

Cuadro No. 5.6

| TOTAL UNIDADES 1996 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|-------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|
| | 91,652 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MEDIDA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR EL GDF.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Introducción programada de normas de baja emisión de contaminantes, exigiendo el uso de tecnologías limpias, como el uso de combustibles alternos, a partir del año 2004; los cuales podrán ser adquiridos desde fábrica. * conversión de taxis a uso de gas natural. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Incremento anual esperado al 2010 | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recorrido diario | 200 Km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rendimiento | 8 Km/Lit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PROYECCIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>Nº Vehículos a GN</th> <th>Participación</th> <th>Consumo diario X Unidad m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2000</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2001</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2002</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2003</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2004</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2005</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2006</td><td>0</td><td>0.0%</td><td>0</td></tr> <tr><td>2007</td><td>1,375</td><td>1.5%</td><td>9,009</td></tr> <tr><td>2008</td><td>2,750</td><td>3.0%</td><td>18,017</td></tr> <tr><td>2009</td><td>4,583</td><td>5.0%</td><td>30,029</td></tr> <tr><td>2010</td><td>8,874</td><td>7.5%</td><td>45,043</td></tr> <tr><td>2005</td><td>9,165</td><td>10.0%</td><td>60,057</td></tr> <tr><td>2009</td><td>11,457</td><td>12.5%</td><td>75,072</td></tr> <tr><td>2010</td><td>13,748</td><td>15.0%</td><td>90,086</td></tr> </tbody> </table> | | AÑO | Nº Vehículos a GN | Participación | Consumo diario X Unidad m³ | 2000 | 0 | 0.0% | 0 | 2001 | 0 | 0.0% | 0 | 2002 | 0 | 0.0% | 0 | 2003 | 0 | 0.0% | 0 | 2004 | 0 | 0.0% | 0 | 2005 | 0 | 0.0% | 0 | 2006 | 0 | 0.0% | 0 | 2007 | 1,375 | 1.5% | 9,009 | 2008 | 2,750 | 3.0% | 18,017 | 2009 | 4,583 | 5.0% | 30,029 | 2010 | 8,874 | 7.5% | 45,043 | 2005 | 9,165 | 10.0% | 60,057 | 2009 | 11,457 | 12.5% | 75,072 | 2010 | 13,748 | 15.0% | 90,086 |
| AÑO | Nº Vehículos a GN | Participación | Consumo diario X Unidad m³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 0 | 0.0% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 1,375 | 1.5% | 9,009 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 2,750 | 3.0% | 18,017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | 4,583 | 5.0% | 30,029 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010 | 8,874 | 7.5% | 45,043 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 9,165 | 10.0% | 60,057 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | 11,457 | 12.5% | 75,072 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2010 | 13,748 | 15.0% | 90,086 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Combustible</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gasolina Magna S.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7320 Kcal/Lit</td></tr> <tr><td>8685 Kcal/Lit</td></tr> <tr><td>21.07</td></tr> </tbody> </table> | | Gasolina Magna S. | 7320 Kcal/Lit | 8685 Kcal/Lit | 21.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gasolina Magna S. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7320 Kcal/Lit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8685 Kcal/Lit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de G.D.F.

Cuadro No.5.7

| MICROBUSES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | | | | |
|---|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------|
| TOTAL UNIDADES 1996 | 52,158 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> * Conversión de microbuses al uso de gas natural * Sustitución de microbuses con autobuses de normatividad EPA. (sustitución a unidades de mayor capacidad) * La sustitución de éstas unidades será por unidades nuevas a diesel que cumplan con la normatividad EPA-94 que garantiza una reducción efectiva de contaminantes, los cuales quedarían exentos del programa Hoy N Circula. | | | | |
| MEDIDA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR EL GDF. | | | | |
| Incremento anual esperado al 2010 | -0.92 | | | |
| Recorrido diario | 200 Km | | | |
| Rendimiento | 3 Km/Lt | | | |
| | Gasolina Magna S. | | | |
| | 7320 Kcal/Lt | | | |
| | 8685 Kcal/Lt | | | |
| | 56.2 | | | |
| | Combustible | | | |
| | Poder Calorífico | | | |
| | Poder Calorífico del GN | | | |
| | Consumo diario X Unidad m³ | | | |
| PROYECCIÓN | | | | |
| ANO | No Vehículos a GN | Participación | Unidades totales esperadas | Consumo diario |
| 1997 | 0 | 0.0% | 52,128 | 0 |
| 1998 | 1,000 | 0.0% | 51,612 | 17,478 |
| 1999 | 2,000 | 0.0% | 51,101 | 34,956 |
| 2000 | 3,000 | 0.0% | 50,595 | 52,435 |
| 2001 | 4,000 | 0.0% | 50,094 | 69,913 |
| 2002 | 5,000 | 0.0% | 49,598 | 87,391 |
| 2003 | 7,368 | 15.0% | 49,107 | 128,744 |
| 2004 | 9,756 | 20.0% | 48,760 | 170,517 |
| 2005 | 12,114 | 25.0% | 48,456 | 211,731 |
| 2006 | 14,432 | 30.0% | 48,107 | 252,245 |
| 2007 | 16,675 | 35.0% | 47,643 | 291,449 |
| 2008 | 18,868 | 40.0% | 47,170 | 329,779 |
| 2009 | 23,349 | 50.0% | 46,688 | 408,098 |
| 2010 | 27,739 | 60.0% | 46,214 | 484,328 |

Fuente: Elaboración propia, con base en información de G.D.F.

Cuadro No. 5.8

AUTOBUSES URBANOS DEL D.F. Y AUTOBUSES DEL EDO. DE MÉXICO Y OTROS PARTICULARES

TOTAL UNIDADES 1996 **8,091**

- * Conversión de autobuses al uso de gas natural.
- * Impulso y regulación del uso de gas natural en vehículos de alta capacidad.
- * Los factores de emisión de las unidades a gas natural en comparación con las unidades nuevas a diesel son de magnitudes similares, con la excepción de los óxidos de nitrógeno, las emisiones provenientes de la quema de gas natural utilizando convertidor catalítico, son aproximadamente 60% menores.
- * Incorporación de autobuses nuevos diseñados de fábrica a uso de gas natural.

MEDIDA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR EL GDF.

Incremento anual esperado al 2010 **5.5**
 Recorrido diario **252 Km**
 Rendimiento **2.5 Km/Lt**

| |
|-------------------|
| Gasolina Magna S. |
| 7320 Kcal/Lt |
| 8685 Kcal/Lt |
| 84.95751295 |

Combustible
 Poder Calorífico
 Poder Calorífico del GN
 Consumo diario X Unidad m³

PROYECCIÓN

| ANIO | No. Vehículos GN | Participación | Unidades GN (Lts) Esperada | CO ₂ (Kg) / Unidad / Mm |
|------|------------------|---------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1997 | 0 | 0.0% | 9,250 | 0 |
| 1998 | 700 | 6.6% | 10,574 | 18,495 |
| 1999 | 1,209 | 10.0% | 12,080 | 31,944 |
| 2000 | 1,964 | 15.0% | 13,093 | 51,892 |
| 2001 | 2,818 | 20.0% | 14,090 | 74,457 |
| 2002 | 3,773 | 25.0% | 15,092 | 99,689 |
| 2003 | 4,827 | 30.0% | 16,090 | 127,538 |
| 2004 | 4,982 | 35.0% | 17,091 | 131,833 |
| 2005 | 7,136 | 40.0% | 17,840 | 188,546 |
| 2006 | 8,366 | 45.0% | 18,591 | 221,045 |
| 2007 | 9,296 | 50.0% | 18,592 | 245,617 |
| 2008 | 10,225 | 55.0% | 18,592 | 270,163 |
| 2009 | 11,155 | 60.0% | 18,592 | 294,735 |
| 2010 | 12,084 | 65.0% | 18,592 | 319,281 |

Fuente: Elaboración propia con base en información de GDF.

Cuadro No. 5.9

| TOTAL UNIDADES 1996 | | 463,962 | Carga Ligera | 403,128 | Carga Pesada | 60,834 | | | |
|--|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|
| <p>MEDIDA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR EL GDF.</p> <p>*Sustitución e introducción de vehículos nuevos de flotas de carga (mercantil, servicio público federal y servicio público local) al uso de combustibles alternos (convertidos o dedicados al uso de gas natural comprimido).</p> <p>* La demanda anual de vehículos correspondiente al crecimiento de las flotas es satisfecha únicamente con vehículos nuevos.</p> <p>* Se plantea iniciar la aplicación con un número bajo de vehículos durante los primeros años, permitiendo mayor penetración del uso de GN como combustible alternativo y la formación de la infraestructura, que permita soportar un programa de mayor cobertura.</p> | | | | | | | | | |
| <p>TRANSPORTE DE CARGA DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO</p> | | | | | | | | | |
| Incremento anual esperado al 2010 | | 1.7 Km | Combustible | Carga Ligera | Gasolina Magna S. | Carga Pesada | | | |
| Recorrido diario | | 60 Km | Poder Calorífico | | 9272 Kcal/Lt | | | | |
| Rendimiento | | 3.0 Km/Lt | Carga Pesada | 1.5 Km/Lt | Consumo diario X Unidad m³ C. L. | 16.9 | | | |
| | | | | | | C.P. | | | |
| | | | | | | 8665 Kcal/Lt | | | |
| | | | | | | 42.7 | | | |
| PROYECCIÓN | | | | | | | | | |
| AÑO | No. Vehículos GN en el Valle de México | No. Vehículos en Carga Pesada | Participación Carga Pesada | Participación Carga Ligera | Unidades Totales | GGNcar/Mm | GGNcar/Mm | GGNcar/Mm | Poder Calorífico del GN |
| 1997 | 0 | 0 | 0.0% | 0.0% | 403,128 | 60,834 | 0 | 0 | 0 |
| 1998 | 14,349 | 2,165 | 3.5% | 3.5% | 408,981 | 61,868 | 75,225 | 28,756 | 103,983 |
| 1999 | 14,593 | 2,202 | 3.5% | 3.5% | 416,950 | 62,920 | 76,504 | 29,247 | 105,750 |
| 2000 | 14,841 | 2,240 | 3.5% | 3.5% | 424,039 | 63,990 | 77,804 | 29,744 | 107,548 |
| 2001 | 107,812 | 16,269 | 25.0% | 25.0% | 431,248 | 65,077 | 565,194 | 216,066 | 781,260 |
| 2002 | 131,574 | 33,092 | 30.0% | 30.0% | 438,579 | 66,184 | 689,762 | 439,483 | 1,129,245 |
| 2003 | 223,018 | 33,655 | 50.0% | 50.0% | 446,035 | 67,309 | 1,169,148 | 446,953 | 1,616,101 |
| 2004 | 317,532 | 34,227 | 70.0% | 50.0% | 453,617 | 68,453 | 1,664,630 | 454,550 | 2,119,180 |
| 2005 | 322,930 | 34,809 | 70.0% | 50.0% | 461,329 | 69,617 | 1,692,931 | 462,279 | 2,155,210 |
| 2006 | 328,420 | 35,400 | 70.0% | 50.0% | 469,171 | 70,800 | 1,721,708 | 470,134 | 2,191,843 |
| 2007 | 334,003 | 36,002 | 70.0% | 50.0% | 477,147 | 72,004 | 1,750,978 | 478,129 | 2,229,107 |
| 2008 | 339,681 | 36,614 | 70.0% | 50.0% | 485,259 | 73,228 | 1,780,746 | 486,257 | 2,267,003 |
| 2009 | 345,456 | 37,237 | 70.0% | 50.0% | 493,508 | 74,473 | 1,811,017 | 494,524 | 2,305,542 |
| 2010 | 351,329 | 37,870 | 70.0% | 50.0% | 501,898 | 75,739 | 1,841,806 | 502,931 | 2,344,737 |

Fuente: Elaboración propia con base en información de GDF.

Se puede afirmar que este programa de uso de gas natural comprimido para la Ciudad de México, será aprobado y admitido por la sociedad, por las características que encierra; entre ellas podemos destacar los programas de financiamiento que plantean otorgar las empresas en la conversión de automóviles de uso intensivo; tal es el caso de la empresa "ECONOMEX", corporación integrada por las empresas Gaz de Fance, Hydro-Quebec International y Pan American Enterprises; la cual lleva a cabo proyectos de Estaciones de Servicio.

Esta empresa tiene el propósito de desarrollar programas, principalmente destinados a usuarios de uso intensivo tales como taxis y microbuses, que conviertan su unidad, los cuales podrán adquirir el servicio con un pago inicial del 10% del costo total y el resto mediante amortizaciones que podrán ir realizando en cada ocasión que el usuario vaya a cargar su unidad a la estación de servicio más el pago de letras mensuales. El precio aplicado al combustible será el mismo de la gasolina Magna Sin, amortizando el 34% del valor de su compra a su crédito. Se espera que sea cubierto entre dos o tres años, teniendo un costo aproximado de entre 3, 500 a 4,000 dólares.

Este servicio se llevará a cabo mediante una tarjeta magnética de identificación, que de manera automática segregará el porcentaje correspondiente al pago del financiamiento. Esta empresa contempla la construcción de 100 centros de servicio para el año 2005, localizadas en zonas estratégicas para dar servicio a todo tipo de vehículo a gas natural comprimido.

Por lo que se plantea que este tipo de usuarios se verán beneficiados por dos razones: la primera es que al realizar la conversión a uso de gas natural no se verá afectada su economía ya que el seguirá pagando el mismo precio como si consumiera gasolina y segundo que podrá circular todos los días, quedando exento de verificaciones y del programa "Hoy no Circula" y además podrá alargar la vida útil de su automóvil por los beneficios de una carburación más limpia.

Esta empresa espera poner en marcha su primera estación de servicio en las cercanías de la estación del metro "Cuatro Caminos" a finales del mes de septiembre de este año con una capacidad de abastecimiento de 1,500 vehículos diarios; ofreciendo entre ello otro tipos de servicios tales como baños públicos, cajero electrónico y tienda de conveniencia entre otros.

Estas estaciones de servicio están diseñadas para recibir el gas natural a través de ductos subterráneos para después ser sacado y comprimido en las instalaciones empleando la más moderna y segura tecnología.

La carga de combustible para un automóvil, naturalmente depende de su capacidad, pero en promedio es de 3 a 5 minutos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De las hipótesis sugeridas para esta investigación podemos concluir aceptando lo siguiente:

El gas natural posee varias ventajas, pero la más importante es que su combustión es limpia evitando un 50% de las emisiones relativas para el carbón y 30% relativas al petróleo. Varios son los países que ya ven al gas natural como el combustible del futuro y gozan de sus beneficios, con el objetivo principal de conservación del medio ambiente. El gas natural, es considerado en nuestros días como una de las principales fuentes de energía, su uso se expande desde la calefacción hasta la generación de electricidad y otros muchos fines industriales.

Su participación futura en el consumo será aún más importante, ya que con la utilización de éste y con el mejoramiento de algunos otros combustibles se busca lograr los objetivos de la disminución de las emisiones contaminantes. Entre los planes presentados por algunos países se encuentra el de disminuir para el año 2000 estas emisiones al nivel del año de 1990, sin descuidar la productividad de sus empresas, derivado principalmente de los altos grados de consumo energético y en la búsqueda de regulación en los cambios climáticos.

El gobierno mexicano ha implementado una política energética basada en los patrones de los principales países capitalistas, donde la necesidad de modernizar su infraestructura será fundamental para fomentar el uso de gas natural. Su consumo para uso industrial, doméstico y vehicular traerá varias ventajas ambientales y económicas al país, presentando, de entre otros combustibles alternativos, ventajas comparativas importantes:

Tecnológicamente: es el combustible más amigable al medio ambiente; sí como confiable.

Seguridad: Es un combustible seguro para uso en cualesquiera actividad y en distribución y manejo del mismo.

Disponibilidad: Es un combustible de abundantes reservas en todo el mundo, ocupando nuestro país el decimocuarto lugar.

Económico: Muestra ahorros en mantenimiento, para el caso de uso en transporte, alarga la vida útil del automóvil y representa ahorros significativos en comparación con otros combustibles.

Al analizar los resultados obtenidos se puede observar que el consumo de energía y en particular el gas natural está influenciados por varios factores, pero principalmente por el desarrollo económico, y los precios del combustible; así como de manera indirecta de las políticas implementadas para lograr una rápida respuesta de los consumidores en la aceptación del gas natural como combustible alternativo.

Esta respuesta de la población, principalmente para uso doméstico y transporte vehicular, será paulatina y de acuerdo a los programas elaborados por la CRE, mostrarán su máxima penetración a partir del año 2000 y 2001; esto, principalmente debido a la falta de infraestructura, la cual se irá modernizando e implementando de acuerdo a las necesidades de cada región.

El perfil de consumo de combustibles industriales en México, en los primeros años de la presente década fue de 55% de combustóleo y 32% de gas natural, el cual se ha venido revertiendo en proporción similar debido principalmente por las aplicaciones de regulaciones ambientales.

De acuerdo a estos resultados se espera que el crecimiento promedio anual de la demanda de gas natural sea superior al 8.5% en promedio de los tres sectores. El sector del cual se espera tenga un mayor dinamismo es el del transporte vehicular, esperando alcanzar un consumo de 10,414.6 Mm³d, mientras que el industrial 54,470 Mm³d y por lo que respecta al residencial y comercial de 11,663.7 Mm³d y 1,969.0 Mm³d, respectivamente.

Por lo que podemos aceptar la hipótesis planteada para la elaboración de esta investigación; en la cual se estableció que el consumo de gas natural crecería sustancialmente, siendo superior de dos a tres veces al registrado en 1996, el cual fue de 29,704.4 Mm³d

conjuntamente y el consumo esperado considerando el tercer escenario del sector industrial, residencial, comercial y de transportes se espera que llegue a 76,976.5 Mm³d. Realizando las operaciones necesarias se puede ver que este crecimiento rebasará en volumen 2.6 veces al actual.

México produce actualmente 91,213.3 Mm³d y consume 92,707.2 Mm³d, (datos de 1996) por lo que tiene que recurrir a la importación de 2,378.6 Mm³d, ya que presentó una exportación total de 1,019.4 Mm³d. De acuerdo a las expectativas de crecimiento de la demanda el gobierno ha planteado la necesidad de seguir importando en mayor medida, principalmente de los países del norte. Por lo que la integración de este mercado ha sido un factor importante, el cual ha permitido una mayor interconexión; por ejemplo en las regiones del Norte y Pacífico de Estados Unidos, el abastecimiento depende principalmente del gas canadiense y en lo referente a nuestro país la región norte y noroeste, las que absorben gran parte de las importaciones realizadas por el país.

México presenta una ventaja en comparación a Canadá y Estados Unidos: de acuerdo a la relación producción-consumo actual, México tiene un abastecimiento seguro para cubrir la demanda nacional de este combustible durante los próximos 55 años, mientras que para Canadá es de 12 años y en Estados Unidos es de 9.

Por otro lado en el sur de los Estados Unidos existen tres importantes cuencas productoras de gas natural cercanas a México: San Juan, Permian, y Anadarko; la primera se localiza en Nuevo México y las dos restantes en Texas; los cuales, conjuntamente con Arizona, California y Louisiana produjeron entre 1992 y 1996 el 68% de la producción de Estados Unidos.

Los dos primeros estados mencionados y Louisiana suministran grandes volúmenes de gas a las regiones cercanas de la Unión Americana y el remanente es almacenado. Por lo que estos excedentes son los que podrían ser considerados para cubrir el incremento adicional en la demanda de este hidrocarburo, sin alterar drásticamente su producción.

De acuerdo al esquema de PEMEX, las reservas han ido declinando consistentemente desde 1985, lo que significa que la producción ha desplazado a la búsqueda de nuevos yacimientos sobre todo el período analizado. Este fenómeno refleja dos aspectos: la falta de dirección de

exploración y por lo tanto la falta de inversión para la búsqueda de nuevos yacimientos. Por lo que cabe hacer mención que de acuerdo a las expectativas del Director General de PEMEX, señaladas durante el Simposium "El mercado mexicano de gas natural para el siglo XXI" llevado a cabo durante el mes de junio del presente año, se tiene una oferta segura de este importante hidrocarburo, el cual tendrá un crecimiento considerable en su consumo, pero que la clave estará fundamentada en el incremento de la inversión en la exploración y producción.

Para este período de estimaciones destacan grandes proyectos de PEMEX Exploración y Producción, como la Cuenca de Burgos, Crudo Pesado y Crudo Ligero Marino, así como los proyectos San Manuel, Usumacinta, Delta del Grijalva, Cópita Novillero, Matapionche y los exploratorios, Macuspana Terciario, Simojovel, Ciuchapa, Cosamaloapan y Reforma, entre otros. Resaltando la inversión de 2,500 millones para el proyecto de desarrollo en la Cuenca de Burgos en el noreste del país, la cual ha elevado su producción de 6.2 Mm³d en diciembre de 1994 a 14.2 Mm³a julio de 1997, y de la cual se espera que para el año 2001 duplicar este nivel de producción.

Por lo que respecta al uso de otras fuentes energéticas que el país pudiese considerar para cubrir el incremento en la demanda de energía, podemos mencionar a la energía solar, ya que dadas las características de insolación de México, ésta tendrá un efecto importante en el consumo energético en un período a mediano plazo, quizá con una aportación inicial al balance energético marginal, dando respuesta al problema de energía que afrontan las zonas rurales del país, facilitando la extensión de la capacidad de bombeo de agua para irrigación, alentaría el desarrollo de las pequeñas industrias y de establecimientos comerciales, y por último contribuirá a satisfacer los mínimos de bienestar de grupos marginados a los servicios eléctricos; así como para el calentamiento de agua destinada a usos domésticos y productivos.

RECOMENDACIONES

PEMEX debe de continuar con estrategias en la producción y consumo de gas natural, que reflejarán beneficios sustanciales en la disminución de costos de operación, buscando un equilibrio con el medio ambiente.

El Gobierno no debería hacer una distinción tan marcada en las zonas geográficas, dando primordial importancia a las áreas urbanas dejando a posteriori la atención a núcleos poblacionales secundarios, propiciando una mayor marginalidad a las áreas rurales. Asimismo, por lo que se refiere al sector transportes este tipo de proyectos no sólo debería ser implementado en la ZMVM, sino a nivel nacional o en aquellos estados que presentan un alto nivel de contaminación derivado de este sector, para lograr el abatimiento total de la contaminación.

Por lo que se refiere al sector industrial, se considera que el gobierno debería de dar a conocer de manera amplia los estímulos fiscales ofrecidos a la investigación y desarrollo experimental para las empresas ofrecidas por el gobierno federal; así como las tasas de deducciones de fondo para inversión en tecnología. Considero que actualmente es mínima la difusión de estos beneficios y tan engorrosos los trámites que el empresario prefiere no modernizar su planta productiva, a menos que sea necesario.

Ante una globalización económica tan acelerada, es necesario que las empresas mexicanas reconozcan la necesidad de la innovación en forma constante, en donde la sobrevivencia de éstas dependerá de su capacidad de innovación. Ya que de acuerdo a los estudios realizados por el CONACYT, de una muestra de 751 empresas donde se incluyen las 500 más grandes del país; una de cada tres lleva a cabo actividades de investigación y desarrollo experimental, por lo cual debe ser considerado que para lograr una recuperación duradera de la producción, es de vital importancia que las empresas modernicen y adapten sus tecnologías a las nuevas circunstancias.













Debido a la importancia del consumo del sector doméstico, que incluye a los subsectores residencial y comercial, se puede sugerir que para que la población tenga confianza y se expanda con mayor facilidad el uso de gas natural, el gobierno, conjuntamente con los distribuidores y transportistas particulares, tendrán que implementar medidas de seguridad, y de atención al público como por ejemplo:













- Atención técnica las 24 horas del día en respuesta a los requerimientos y problemas de los consumidores.
- Implementar un sistema de señalización para la instalación de la estructura para el consumo de gas y evitar catástrofes en la excavación por parte de otros servicios como de agua, telecomunicaciones, etc.
- La difusión de los factores de seguridad a través de programas en escuelas y otras instituciones.
- La extensión de información de seguridad al público usuario a través de anuncios por televisión, radio y otros medios de comunicación.












Y por último se sugiere que el gobierno y en específico PEMEX debe de buscar nuevas disyuntivas para atender la satisfacción de su demanda energética, además de la más lógica, la importación, que impactaría de manera importante a la balanza de pagos. Estas otras disyuntiva pueden sustentarse en que la inversión que anteriormente era destinada a la distribución, transportación y comercialización del gas natural, así como en la generación de energía, pueda ser empleada en las actividades de exploración y producción, tomando en consideración la renovación tecnológica de la maquinaria empleada en estas actividades; sin que exista pretexto alguno de desviación de estos recursos.


La necesidad de emplear mayor cantidad de energético se incrementará cada día más, razón por lo que se sugiere que es indispensable planear el mejor aprovechamiento de los mismos, con la realización de mejores y eficientes sistemas técnicos de suministro a los consumidores.


BIBLIOGRAFÍA


-  Anisi, David.
Modelos Económicos (una traducción a la macroeconomía postkeynesiana)
Ed. Alianza, Madrid, 1992.
-  Arriola, Joaquin.
Los Nuevos Países Industrializados: Transferencias Tecnológicas y Subdesarrollo
Ed. Iepala, México, 1988.
-  Avila y Lugo, José
Introducción de la Economía, ENEP Aragón, México, 1989.
-  Barbancho, G. Alfonso.
Fundamentos y posibilidades de la econometría Ed. Ariel, España, 1976.
-  Bazdesch Nisso Carlos, Nisso Bucay, Lustig Nora y Loeza Soledad.
México: Auge, crisis y ajuste. II Macroeconomía y deuda externa 1982-1989.
Ed. F.C.E., 1992.
-  Branson William,
Teoría y Política Macroeconómica , Ed. F.C.E., México, 1979.
-  Canadian Standards Association.
Storage of Hidrocarbons in Underground Formations. Ontario, Canadá, 1993.
-  Castro, Bautista Héctor.
Construcción de un Modelo Econométrico en el Sector Industrias Agroalimentarias de Francia. Universidad de París. Francia, 1977.
-  Centeno, Roberto.
Economía del Petróleo y del Gas Natural. Ed. Tecnos. España 1974.
-  Diccionario Pequeño LAROUSSE, Ed. Larousse, México, 1995.
-  Ede Cadena Vargas.
Neoliberalismo y Sindicalismo en México. Ed. F.C.E., México, 1982.
-  Energy Information Administration.
Natural Gas, 1996 (issues and trends). Washington, DC. 1996.

-  Energy Information Administration.
Annual Energy Outlook, 1995. With projections to 2010. Washington, DC. 1995.
-  Ferguson, C.F.
Teoría Neoclásica de la Producción y la Distribución. Traducción Carlos Villegas García. Ed. F.C.E., México, 1988.
-  Finley M.I.
La Economía de la Antigüedad. Ed. F.C.E., México, 1982.
-  Furtado, Celso.
Creatividad y Dependencia. Ed. Siglo XXI, México, 1984.
-  Gavin Clydesdale, Reid.
Classical Economic Growth: Analysis in the Tradition of Adam Smith)
-  Gujarati, Damodar.
Econometría Ed. Mc. Graw Hill, México, 1992.
-  Guzmán, Oscar M.
Energía y Sector Agrícola de Subsistencia: Bases para el Análisis del Problema Energético en las Zonas Rurales de México. Colegio de México, México, 1981.
-  Hernández D. y Hernández P. Gerardo.
El Plan de Investigación "Un ejemplo real". E.N.E.P. Aragón, México, 1989.
-  Huerta G., Arturo.
La Política Neoliberal de Estabilización Económica en México.
Ed. Diana, México, 1994.
-  Johnston, J.
Métodos de econometría. Universidad de California, Irvine. Ed. Vicens-vives, Barcelona, 1987. Trad. Jesús Sánchez Fernández.
-  Landees; David S.
Progreso Tecnológico y Reconstrucción. Industrial. Ed. Tecnos, 1979.
Trad. Francisco Antolin F.
-  Meade, James E.
Una Teoría Neoclásica del Crecimiento Económico
UNAM. México, 1970. Traducción: Guillermo Ramírez.

-  Mercado Figueroa Fernando.
Modelos e Interpretaciones Económico-Financieras: Dimensiones Teóricas y Metodológicas. UAM, Unidad Iztapalapa, México, 1995.
-  Michael, D.
Modelos Econométricos, Técnicas y Aplicaciones.
Ed. F.C.E. México, 1990. Traductor Rafael Nuñez Zuñiga.
-  Michael, Kalecki.
Teoría de la Dinámica Económica. Ed. F.C.E., México, 1984.
-  Ramos, Joseph.
Política Económica Neoliberal en los países del Cono Sur de América Latina 1974-1983. Ed. F.C.E., México. 1989. Traductor Susana Moreno Parada.
-  Northon, Leonard J.
Origen y Naturaleza de la Modernización de Petróleos mexicanos. México, 1983.
-  Roland, George y Mortensen, Paul.
Toward a Continental Natural Gas Market: The Integration of Mexico. Canadian Energy Resaarch Institute, Canadá, 1995.
-  Rubio, Luis.
¿Cómo va afectar a México el TLC? Ed. F.C.E. Reimpresión 1994, México.
-  Santos Llórente, Javier.
Episodios Petroleros. México, 1988.
-  Stavenhagen, Rodolfo; Paz Sánchez Fernando y Cuauhtémoc Cárdenas.
Neolatifundismo y Explotación (de Emiliano Zapata a Anderson Clayton Co.)
Ed. Nuestro Tiempo, México, 1968.
-  Tinbergen, Jan y Bos, Hendricus C.
Modelos Matemáticos del Crecimiento Económico.
Ed. Aguilar, Madrid, 1966. Traducción: J. L. Barinaga.
-  Varios Autores
Neoliberalismo, Reforma y Revolución en América Latina,
Ed. Roel, México, 1994.


 Villareal, René
Industrialización, Deuda y Desequilibrio Externo en México.
Ed. F.C.E., México, 1988.


 Villareal, René.
México 2010. Ed. Diana, México, 1988.


 Young; Jeffreyt
Classical theories of value (from Smith to Sraffa)


HEMEROGRAFÍA


◆ DOCUMENTOS


 Centro de Investigaciones para el Desarrollo A.C.
Tecnología e Industria en el futuro de México, México, 1989.












 Corcio, Edgardo.
Tendencia reciente del mercado de energía y la nueva política del petróleo y gas natural. Colegio de México, México, 1996.












 CFE (Comisión Federal de Electricidad)
Documento de Prospectiva del Sector Eléctrico, México, 1997.








 1er. Congreso Nacional de la Asociación Mexicana para la Economía Energética A.C.
La Energía en México, Replanteamiento de retos y oportunidades.
IMP-UNAM, México, 1996.

 CRE (Comisión Reguladora de Energía)
Directiva para la determinación de las zonas geográficas para fines de distribución de gas natural, México, 1996.





 CRE (Comisión Reguladora de Energía)
Ley reglamentaria del Art. 27 constitucional en el ramo petrolero y reglamento de gas natural. México, 1996.














- 
 CRE (Comisión Reguladora de Energía)
Precios de Venta de Primera Mano, México, 1996.
- 
 Economics and Energy Industry Department
 Natural gas in Europe and Asia, EUA, 1992.
- 
 Energy Information Administration
Natural Gas Montly August, 1997. Washington, DC, 1997.
- 
 Gachuz Maya Marco Antonio.
Análisis y perspectivas del consumo de energía en el sector industrial (1965-1995).
 Tesis, UNAM. México, 1997.
- 
 Garza Galindo, Alejandro.
Comportamiento de las ventas de gas natural en México (período 1960-1983).
 Tesis, ITAM, México, 1984.
- 
 IMP (Sub. de Est. Econ. y Plan. Ind.)
Energéticos Vol. III Demanda del sector industrial, industrias seleccionadas.
 México, 1976.
- 
 IMP (Sub. de Est. Econ. y Plan. Ind.)
Energéticos Vol. II Demanda sectorial. análisis y perspectivas. México, 1975.
- 
 IMP
Ingeniería de gas natural.
 México, 1989.
- 
 IMP
 Primer Congreso Nacional de la Asociación Mexicana para la Economía Energética
 A. C.. 1995. IMP-UNAM
La Energía en México. Replanteamiento de retos y oportunidades. México, 1996.
- 
 IMP
Caracterización energética del sector doméstico. México, 1985.
- 
 IMP
Proyección de la demanda de hidrocarburos en países incluidos en el acuerdo de San José. México, 1983.






-  IMP
Tendencias de la demanda de gas L. P. México, 1992.
-  IPN
El sector energético, memoria. México, 1993.
-  IPN
El gas natural en México (situación en la década de los 80's y prospectivas)
México, 1992.
-  Juárez Garrido, Ángel.
Análisis de los combustibles como limitante al crecimiento del sector transporte en los próximos años 1985-1990. UNAM. México, 1985.
-  Méndez Guerrero M.
Proyecto de red de distribución de gas natural para uso doméstico, en la Cd. de México. Facultad de Ingeniería.
-  NTIS (National Technical Information Service)
Demanda eléctrica del sector comercial para la región de New York. análisis y proyección para 1985. E.U.A., 1975.
-  NTIS (National Technical Information Service)
Demanda eléctrica del sector comercial análisis preliminar y resultados.
E.U.A., 1974
-  NTIS (National Technical Information Service)
Demanda eléctrica del sector transportes para la región de New York. análisis y proyección para 1985. E.U.A., 1975.
-  OLADE (Organización Latinoamericana de Energía)
La deuda externa y el sector energético en América latina y el Caribe
México, 1987.
-  PEMEX
Propuesta para la elaboración de un sistema mecanizado de inventarios y de transporte y distribución para Petróleos mexicanos. Año. 1986.
-  PEMEX
Estudio regional de Cadereyta. México, 1986.

- 
 RNPEDIM ED.(Reunión nacional para el estudio del desarrollo industrial de México.
Desarrollo industrial de México. México, 1970.
- 
 RNPEDIM ED.(Reunión Nacional para el Estudio del Desarrollo Industrial de México.
Desarrollo industrial de México.- Política del desarrollo industrial, desarrollo de los sectores industriales, los grandes problemas del desarrollo industrial en México.
 México, 1970
- 
 S.E (Secretaria de Energía) ◊
Prospectiva del mercado de gas natural, 1996-2005. México, 1997.
- 
 S.E (Secretaria de Energía)
Prontuario del sector energético, 1990-1995. México, 1996.
- 
 Serrato, Marcela
Situación actual y perspectivas del gas natural en México. Colegio de México.
 México, 1982.
- 
 UNAM
Racionalidad energética en el sector transporte en México .México, 1987.
- 
 Wionczek, Miguel S.
Problemas del sector energético. Colegio de México, México, 1983.

◆ REVISTAS Y PERIÓDICOS

- 
 Asociación Mexicana de Gas Natural (Boletín)
 Año 4, Número 12, 1998.
- 
 Boletín
Energía. UNAM, México, 1989.
- 
 CIEMEX-WEFA, USA
Proyecciones, indicadores económicos. E.U.A., 1986.
- 
 Comercio exterior
La necesidad de cambios estructurales en nuestra América Latina
 Número 8, Vol. 28, Año 1978, Bancomext.

-  Comercio exterior
Opiniones sobre el ingreso de México al GATT.
Número 2, Vol. 3, Año 1980, Bancomext.
-  Comercio exterior
Hidrocarburos. Número 8, Vol. 32, Año 1982, Bancomext.
-  Comercio exterior
Los energéticos en el mundo, Los energéticos en México
Número 5, Vol. 34, Año 1984, Bancomext.
-  Comercio exterior
México y el TLC de América del Norte. Número 7, Vol. 45, Año 1995, Bancomext.
-  El Economista mexicano
Vol. XVII, Número 3, Mayo-Junio, México, 1983.
-  El Financiero, 10 de septiembre, 1997.
-  El Financiero, 11 de septiembre, 1997.
-  Los Alamos New Mexico
Proyecto centro americano de energía y recursos naturales. México, 1988.
-  Ortíz de María, Manuel.
Un debate sobre el futuro del sector energético mexicano
Número 115. Marzo. Colegio de México, México, 1984.
-  Momento Económico
Número 78, UNAM, México, 1995.
-  Pemex (Boletín)
Exploración mundial, exploración y perforación, producción de crudo y gas natural, producción industrial y comercialización.(1982-1983). México, 1983.
-  Pemex (Boletín)
Ducto troncal del sistema natural de gas natural, México. México, 1985.
-  Petróleos Mexicanos
Ducto troncal del sistema nacional de gas. Marzo 1979

-  Revista del IMP
Resultados de la encuesta al sector industrial sobre el consumo de energía. S/N,
México, 1982
-  Revista del IMP
Modelos y proyecciones de la economía nacional. México, 1985.
-  Seminario organizado por la asociación mexicana de energía de fusión.
Energía y economía: México 2000. México, 1982.
-  The british petroleum company
BP Statical review of world energy and world gas, 1978-1989.
New York. E.U.A., 1989.
-  Viento del Sur
Balance del Neoliberalismo: lecciones para la izquierda
Número 6, México, 1996.

ÍNDICE DE CUADROS

| TÍTULO | Nº. DE CUADRO | PÁGINA |
|---|---------------|--------|
| ENDEUDAMIENTO EXTERNO DE MÉXICO 1940-1994 | 1.1 | 14 |
| CONSUMO NACIONAL DE GN POR SECTOR 1991-1996 | 2.1 | 39 |
| CONSUMO NACIONAL DE GAS NATURAL SECO POR RAMA INDUSTRIAL 1991-1996 | 2.2 | 46 |
| VENTAS ANUALES DE GAS LICUADO POR ENTIDAD FEDERATIVA 1995 | 2.3 | 49 |
| CONSUMO DE GAS NATURAL EN EUA 1992-1996 | 2.4 | 53 |
| MEDIDAS PROPUESTAS DE IMPACTO DIRECTO PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES | 2.5 | 57 |
| CONVERSIÓN CALENDARIZADA DE MICROBUSES AL USO DE GAS NATURAL | 2.6 | 58 |
| CONVERSIÓN CALENDARIZADA DE AUTOBUSES AL USO DE GAS NATURAL | 2.7 | 59 |
| PÉRDIDAS DE GAS NATURAL-DISTANCIA | 2.8 | 64 |
| PRECIO DE VENTA DE GAS NATURAL Y GAS LICUADO 1949-1982 | 2.9 | 65 |
| FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS AL CONSUMIDOR | 2.10 | 67 |
| TARIFAS DE TRANSPORTE DE PEMEX | 2.11 | 67 |
| PRECIO PROMEDIO NACIONAL PARA EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y INDUSTRIAL EN EUA, 1991-1996 | 2.12 | 68 |
| PRECIOS POR SECTOR DE GAS NATURAL EN MÉXICO 1992-1996 | 2.13 | 68 |
| ZONAS GEOGRÁFICAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GN 1996 | 3.1 | 78 |
| SECTOR TRANSPORTE | 3.2 | 79 |
| PROPIEDADES FÍSICAS DE COMBUSTIBLES ALTERNOS PARA EL SECTOR TRANSPORTE | 3.3 | 81 |
| EMISIONES CONTAMINANTES DE COMBUSTIBLES FÓSILES | 4.1 | 95 |
| TASA MEDIA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 1930-2010 | 4.2 | 97 |
| CONSUMO DE GASOLINAS 1986-1996 | 4.3 | 103 |
| RESULTADOS DE LA REGRESIÓN | 4.4 | 109 |
| PRUEBA BREUSCH-GODFREY DE CORRELACIÓN SERIAL | 4.5 | 113 |
| PRUEBA DE HETEROCEDASTICIDAD DE TÉRMINOS NO CRUZADOS | 4.6 | 115 |
| CONSUMO INDUSTRIAL DE GAS NATURAL 1993-2010 | 5.1 | 122 |
| PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SECTOR DOMÉSTICO 1997-2010 | 5.2 | 125 |
| PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SUBSECTOR COMERCIAL 1997-2010 | 5.3 | 126 |
| PROYECCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL DE GAS NATURAL DEL SUBSECTOR RESIDENCIAL 1997-2010 | 5.4 | 127 |
| AUTOMOVILES PARTICULARES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | 5.5 | 131 |
| TAXIS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | 5.6 | 132 |
| MICROBUSES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | 5.7 | 133 |
| AUTOBUSES URBANOS DEL D.F. Y AUTOBUSES DEL EDO. DE MÉXICO Y OTROS PARTICULARES | 5.8 | 134 |
| TRANSPORTE DE CARGA EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO | 5.9 | 135 |

ÍNDICE DE MAPAS

| TÍTULO | No. DE MAPA | PÁGINA |
|---|-------------|--------|
| RESERVAS GLOBALES PROBADAS DE GAS NATURAL 1996 | 1.1 | 31 |
| CONSUMO DE GN PARA USO INDUSTRIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA 1996 | 2.1 | 48 |
| CONSUMO DE GN PARA USO DOMÉSTICO POR ENTIDAD FEDERATIVA 1996 | 2.2 | 51 |
| PRINCIPALES RUTAS DE FLUIDO DE GNL 1997 | 2.3 | 55 |
| PRECIOS DE VENTA DE PRIMERA MANO | 2.4 | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| TÍTULO | No. DE FIGURA | PÁGINA |
|--|---------------|--------|
| PARTICIPANTES EN EL MERCADO DE GAS NATURAL | 2.1 | 38 |
| DEMANDA DE GAS NATURAL | 3.1 | 75 |
| COMPONENTES PARA UN SISTEMA VEHICULAR DE GNC | 3.2 | 82 |
| ESTACIÓN DE GAS NATURAL | 3.3 | 83 |
| PRUEBA F | 4.1 | 110 |
| PRUEBA T | 4.2 | 111 |
| PRUEBA DURBIN WATSON | 4.3 | 112 |