

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

Crecimiento económico en México
y reservas petroleras: Un análisis de riesgo

T E S I S

RODRIGO ANDRADE AMADOR

ASESOR: DR. LUIS QUINTANA ROMERO

Fecha: Marzo, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

A dios por la vida

A mis padres y hermano por el apoyo incondicional que me brindaron por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, así como su comprensión y paciencia en momentos difíciles que tuvimos

Quisiera expresar mi gratitud al Dr. Luis Quintana Romero quien ha dirigido este trabajo y M.C. Alejandro Amador del Prado por su gran interés y valiosos consejos

Afronta tu camino con coraje, no tengas miedo de las críticas de los demás. Y, sobre todo, no te dejes paralizar por tus propias críticas.

Paulo Coelho

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	4
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
HIPÓTESIS.....	5
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO: CRECIMIENTO ECONÓMICO Y ENERGÉTICOS.....	10
1.1 Investigación bibliográfica.....	10
1.2 El papel de la energía en el crecimiento económico.....	16
1.3 Fuentes de energía que abastecen el consumo de energía.....	19
1.4 Determinantes del crecimiento económico.....	24
1.4.1 Energía como factor de producción.....	28
1.5 Crecimiento económico, sustentabilidad y riesgo.....	39
CAPITULO II. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO PETROLERO EN MÉXICO.....	46
2.1 Tendencias históricas del crecimiento y el papel del petróleo en México.....	47
2.2 Participación de PEMEX en los ingresos presupuestarios del gobierno.....	54
2.3 Declinación en México de sus reservas probadas de petróleo.....	60
2.4 Reseña histórica del impacto del precio alto del petróleo.....	69
2.5 Riesgos asociados al precio del petróleo.....	71

2.6	Cobertura del precio del petróleo.....	77
CAPITULO III. MODELACIÓN DEL RIESGO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE EL AGOTAMIENTO DE RESERVAS PETROLERAS EN MÉXICO		85
3.1	Riesgo y modelación	85
3.2	Tratamiento de datos de las series	87
3.3	Especificación del modelo de riesgo.....	98
3.4	Estimación y análisis del modelo de riesgo.....	99
3.5	Conclusiones de la modelación	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		114
GLOSARIO DE CONCEPTOS.....		116
BIBLIOGRAFÍA.....		131
Anexo: Reservas Petroleras de México.....		136
Anexo: Producción de hidrocarburos y aceite crudo.....		142
Anexo: Método ARIMA.....		143
Anexo: Método GARCH		145
Anexo: Índice Nacional de Precios al Consumidor		149

ÍNDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y GRÁFICAS

TABLAS

Tabla 1. Matriz de Congruencia	7
Tabla 2. Definición del supuesto teórico y componentes del modelo	8
Tabla 3. Revisión de estudios de pruebas de causalidad energía y crecimiento económico (PIB)	12
Tabla 4. Consumo de energía por el hombre en varias etapas de desarrollo	17
Tabla 5. Países Productores de Petróleo (2009)	22
Tabla 6. Consumo final total de energía (petajoules)	34
Tabla 7. Valor agregado bruto en valores básicos total del Sector industrial y del sector energético	38
Tabla 8. Ingresos Petroleros 2000-2011	52
Tabla 9. Resumen de Ingresos Petroleros del Sector Público Presupuestario, 2009-2011	59
Tabla 10. Ventajas y desventajas de contratos de cobertura	79
Tabla 11. Ventajas y desventajas de contratos indexados	80
Tabla 12. Ventajas y desventajas de contratos a precios indexados	81
Tabla 13. Serie trimestral del Producto Interno Bruto período 1980-2010	88
Tabla 14. Reservas de petróleo en miles de millones de barriles	94
Tabla 15. Prueba de ADF sin diferenciación	101
Tabla 16. Prueba de ADF en su primera diferenciación	101
Tabla 17. Tabla ARIMA	102
Tabla 18. Prueba de efectos ARCH de la serie $D\log(\text{PIB})$	104
Tabla 19. Prueba de efectos ARCH de la serie $D\log(\text{PIB})$ en el modelo ARMA(3,4)	105
Tabla 20. Resultados con diferentes modelos de ARCH	106
Tabla 21. Modelo GARCH(1,1)	107
Tabla 22. Modelo GARCH(1,0)	108
Tabla 23. Pronóstico de volatilidad GARCH(1,0)	109
Tabla 24. GARCH(1,1).	110
Tabla 25. Pronóstico de la varianza en GARCH(1,0)	111
Tabla 26. Índice Nacional de Precios al Consumidor	151
Tabla 27. CPI (Consumer Price Index)	152

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de vida de un yacimiento	67
Ilustración 2. Contrato de cobertura a precio fijo.....	78
Ilustración 3. Contrato indexado.....	79
Ilustración 4. Contrato a precio referenciado.....	80

GRÁFICAS

Gráfica 1. Consumo por fuente de energía en Inglaterra, período 1800-2007.	18
Gráfica 2. Evolución de consumo mundial por tipo de energía período 1966-2009.	19
Gráfica 3. Producción mundial de energía primaria 2008 12,369Mtep.	20
Gráfica 4. Producción de México de energía primaria en 2009 9,852.92 petajoules.	21
Gráfica 5. Distribución de reservas probadas por regiones en los años 1989, 1999, 2009.....	23
Gráfica 6. Consumo de energía primaria por habitante (toneladas de petróleo equivalente).	26
Gráfica 7. PIB por hora de trabajo de varios países (Dólares de 1990).	27
Gráfica 8. Evolución del consumo de petróleo por sectores.	30
Gráfica 9. Porcentaje de uso de petróleo por sector, período 1973-2008.....	30
Gráfica 10. Consumo de energía mundial en el sector industrial (cuatrillones de BTU).	33
Gráfica 11. Consumo de energía del sector transporte 2009.	35
Gráfica 12. Consumo de energía en el sector transporte 1999-2009 (petajoules.).....	36
Gráfica 13. Consumo de energía por rama industrial y estructura porcentual por tipo de energético 2009 (petajoules).	37
Gráfica 14. Emisión de carbón por combustibles fósiles 1751-2007 (millones de toneladas de Carbono)...	40
Gráfica 15. Emisiones de CO ₂ por consumo de petróleo (Millones de toneladas).....	41
Gráfica 16. Emisiones de CO ₂ por tipo de combustible.	42
Gráfica 17. Porcentaje de emisiones de CO ₂ por tipo de combustible, 1973, 2008.	43
Gráfica 18. Emisiones de CO ₂ por sector en el 2008.....	43
Gráfica 19. Precio en dólares de la mezcla mexicana de aceite crudo de exportación, período 1979-2010.	50
Gráfica 20. Ingresos presupuestales y petroleros 1980-2011 en miles de millones de pesos corrientes.	52
Gráfica 21. Producción promedio anual de crudo en México.	62
Gráfica 22. Producción promedio anual de crudo en el yacimiento Cantarell.	63
Gráfica 23. Producción promedio anual de crudo en el campo Ku-Maloob-Zaap.	64

Gráfica 24. Precio del barril de petróleo (dólares de 2007).	70
Gráfica 25. Reservas probadas de petróleo por región, 1989, 1999, 2009.	72
Gráfica 26. Producción mundial de energía primaria en el 2008 (12,369 Mtep).	73
Gráfica 27. Consumo mundial de energía primaria 1966-2009 (Mtep).	74
Gráfica 28. Reservas probadas de algunos países de la OPEP.....	75
Gráfica 29. Consumo diario de petróleo en los Estados Unidos.....	76
Gráfica 30. Reservas estratégicas mundiales de petróleo.	77
Gráfica 31. Serie del PIB con desagregación destacionalizada a precio de 2003	100
Gráfica 32. Reservas de hidrocarburos en México, período 1980-2010 (mmmbpce).	138

RESUMEN

Este trabajo analiza la relación entre los cambios del Producto Interno Bruto de México, reservas petroleras y el precio de la mezcla mexicana de petróleo de exportación. Para ello, se utilizan los modelos econométricos ARIMA y GARCH, utilizando series de tiempo con frecuencia trimestral para el período 1980:1 a 2010:4. Los resultados, muestran que el riesgo del crecimiento económico de México, se explica en parte por las oscilaciones alrededor de la tendencia de la declinación de las reservas petroleras y el precio elevado del petróleo.

INTRODUCCIÓN

La situación actual de la energía viene marcada por una incesante demanda y una oferta energética que cubre las necesidades, a pesar de que parece que le cuesta mantener este ritmo creciente. El panorama al que nos enfrentamos es poco alentador ante unas perspectivas de consumo no sostenibles con la actual producción energética.

El consumo energético sigue una tendencia creciente a ritmos insostenibles como consecuencia del continuo crecimiento de la economía y la población mundiales. Disponer de energía primaria abundante y barata basada en combustibles fósiles ha permitido tales crecimientos, pero la actual tendencia de escasez de oferta energética rentable hace que el mundo enfrente una nueva situación y un posible freno en este crecimiento.

A lo largo de la Historia, la humanidad siempre busca recursos que hagan la vida cotidiana más cómoda, saludable y agradable. En esta búsqueda el descubrimiento de nuevas fuentes de energía juega un papel importante en el desarrollo de la sociedad. Cada sociedad construye un sistema energético que le es propio y que depende, en parte, de las características del medio natural y de los conocimientos de la época. En la actualidad el modelo energético depende casi en su totalidad de los combustibles fósiles lo que pone en peligro el desarrollo de la sociedad por la finitud de esta fuente de energía y las repercusiones que su explotación tiene para el Medio Ambiente.

La demanda de energía podría duplicarse o triplicarse a medida que la población aumente y los países en desarrollo expandan sus economías, incorporando nuevas regiones al desarrollo económico y consecuentemente al consumo de energías modernas.

Asegurar el abastecimiento energético y respetar el medio ambiente, son desafíos que tanto empresas como gobiernos y cada uno de los ciudadanos se enfrentan actualmente. Intensificar el comercio internacional de energía, diversificar las fuentes de suministro o animar a la sociedad a ser más eficiente energéticamente, son algunas de las medidas que se han definido para mantener el equilibrio entre oferta y demanda.

En definitiva, la superación del desafío energético tiene que ser abordado de forma simultánea desde diferentes ámbitos de actuación: económico, político, social, medioambiental y tecnológico.

La energía guarda una estrecha relación con aspectos económicos. El posible agotamiento de los combustibles fósiles, puede causar un aumento de la volatilidad de los precios de la energía y por tanto una disminución del crecimiento económico mundial y un aumento de la inflación. El costo y disponibilidad de la energía, por tanto, va a marcar el desarrollo económico y va a motivar la entrada de nuevas inversiones que faciliten la transición hacia la sustentabilidad energética.

La política es otro aspecto que va a tener una destacada incidencia en la energía. Por un lado, tiene una dimensión interna que se materializa a través de diferentes instrumentos regulatorios en manos de los gobiernos: fiscales, incentivos, sanciones ante comportamientos no deseados, etc. Por otro lado, no se puede olvidar la importancia de las relaciones geopolíticas estables que minimizarán los riesgos de dependencia energética manteniendo el suministro seguro.

La implicación social en el problema energético es clave en la consecución de una energía limpia y eficiente. La concientización de la sociedad debe marcar el primer paso hacia un sistema energético sustentable.

El aspecto medioambiental por el impacto negativo que el consumo energético tiene en él y el aspecto tecnológico de la energía por tener la llave para una definitiva superación de los desafíos deben ser tenidos muy en cuenta si se quiere resolver el problema energético antes de que las peores consecuencias del modelo actual impacten en la sociedad.

Ante lo anteriormente expuesto, las grandes economías mundiales y empresas dedicadas en el negocio del petróleo han creado formas para poder minimizar su riesgo durante años ligando el manejo de información exacta de diferentes tipos, creando una cierta estabilidad hacia el futuro. Los países desarrollados han abordado el estudio del petróleo con suma importancia, por ejemplo en sus legislaciones lo reconocen como un asunto de seguridad nacional por ello el tema es de suma importancia, no solamente para México

sino a nivel mundial. El petróleo es un recurso energético que interviene directamente en la elaboración de productos o en el ofrecimiento de servicios, por lo tanto su estudio es de importancia no solamente como un recurso sino como un *commodity*¹ para la generación de actividades económicas mundiales.

El estado mexicano como país exportador de petróleo requiere elaborar estudios, que le permitan disminuir los riesgos asociados al petróleo como son el precio del petróleo, uso de tecnologías que accedan una recuperación mejorada del petróleo y un conocimiento puntual de sus reservas petroleras, todo esto con la finalidad de estar en mejores condiciones para enfrentar la declinación de sus reservas y que este acontecimiento no impacte en sus expectativas de crecimiento económico.

JUSTIFICACIÓN

México ante la perspectiva del siglo XXI, enfrenta el reto de una peligrosa combinación de tasas crecientes de consumo de productos refinados del petróleo, particularmente gasolinas y diesel, y decrecientes volúmenes de producción y así como bajas tasas de restitución de sus reservas petroleras, en medio de un escenario de elevados precios de petróleo y productos refinados. Para tal fin, el país deberá imperiosamente invertir en exploración, producción y refinación de petróleo para satisfacer su demanda cada vez más creciente de energéticos para sustentar su crecimiento económico.

Ante este panorama, la investigación sobre el crecimiento económico en México y el riesgo de éste por la declinación de sus reservas, se justifica plenamente al observar que la economía actual es altamente industrializada y como consecuencia es intensiva en el uso de energía, en donde el petróleo representa el 90 por ciento del consumo de energía primaria en México. Los agentes económicos y los formuladores de políticas, necesitan conocer el comportamiento de las variaciones y riesgos relacionados al petróleo, debido a la relación de causalidad existente entre petróleo y macroeconomía, además de la

¹ Mercancía

dependencia presupuestal del gobierno mexicano de los ingresos petroleros en las últimas tres décadas.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Al revisar la literatura de temas relacionados con energía y crecimiento económico se plantean en este estudio las siguientes preguntas:

¿Existe una causalidad entre energía y crecimiento económico?

¿Existe un riesgo en la economía mexicana provocado por la declinación de sus reservas petroleras?

¿Cuál es la importancia del ingreso de la renta petrolera en la economía mexicana?

¿Qué factores inciden en la declinación de las reservas petroleras de México?

¿Qué tanto depende el sector energético nacional y mundial del petróleo?

¿Qué efectos ambientales produce el uso de los combustibles fósiles?

¿Qué impacto tiene la volatilidad del precio y la producción del petróleo en la planeación del ingreso presupuestal de México?

HIPÓTESIS

Producto de las preguntas de investigación surge el supuesto teórico, con el cual se determina el tipo y diseño de esta investigación, el objetivo es verificar si se acepta o rechaza en función de los resultados.

Para tal fin, se utilizó la herramienta conocida como matriz de congruencia, la cual facilita organizar y tener congruencia en cada etapa del proceso de investigación.

La matriz de congruencia se presenta en forma de matriz lo que permite apreciar a simple vista el proceso de investigación y comprobar si existe una secuencia lógica, lo que elimina las imprecisiones que pudieran existir durante los análisis correspondientes para avanzar en el estudio (ver Tabla 1).

Así mismo en la Tabla 2, se presenta la definición del supuesto teórico y las categorías de análisis y el proceso de trabajo de campo. Derivado del marco teórico presentado en el capítulo I, el supuesto teórico es el siguiente: La declinación de las reservas petroleras en México tendrá como efecto un riesgo en el crecimiento económico.

Tabla 1. Matriz de Congruencia

Tabla 1. MATRIZ DE CONGRUENCIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Título	Problema	Preguntas de investigación	Objetivos de la investigación	Elementos del marco teórico
<p>Crecimiento económico en México y reservas petroleras: Un análisis de riesgo.</p>	<p>Disminución de la producción petrolera de México, lo cual afecta el nivel de exportaciones que provoca un impacto en los ingresos gubernamentales y consecuentemente en los programas del Presupuesto de Egresos de la Federación.</p> <p>Los ingresos del sector público dependen del sumamente volátil mercado internacional del petróleo, resulta difícil estimar de manera precisa los ingresos futuros y planear el gasto público.</p>	<p>¿Cuáles son los factores que inciden en el precio de un commodity y en particular del petróleo?</p> <p>¿Qué tanto depende el sector energético nacional y mundial del petróleo?</p> <p>¿Qué efectos ambientales produce el uso de los combustibles fósiles y en particular del petróleo?</p> <p>¿Qué riesgos de crecimiento económico global y de México se presentan si existe un precio alto del petróleo?</p> <p>¿Qué riesgos de crecimiento económico surgen en México por la declinación de sus reservas petroleras?</p> <p>¿Cuál es la participación del uso del petróleo en el crecimiento económico de México?</p> <p>¿Cuáles son los factores de la declinación de las reservas petroleras de México?</p> <p>¿Se puede pronosticar el nivel de reservas petroleras en donde afectaría severamente el ingreso presupuestal de México?</p> <p>¿Cuál es el riesgo económico de México al tener factores como precio de petróleo y declinación de reservas?</p>	<p>El objetivo general es analizar los posibles efectos del agotamiento de reservas petroleras en México dentro de la capacidad de crecimiento económico del país, identificando los niveles de riesgo y volatilidad asociados tanto a los movimientos de reservas así como al comportamiento de los precios y cotizaciones del petróleo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Deterninar cuáles son las fuentes de información requeridas para analizar la causalidad entre energía y crecimiento económico.</p> <p>Desarrollo de un modelo de riesgo que permita analizar el impacto de las reservas y el precio del petróleo en el crecimiento económico de México.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Administración del Riesgo - Macroeconomía - Estadística - Demografía - Economía de los recursos - Energía - Petróleo - Finanzas - Administración Pública - Econometría

Tabla 2. Definición del supuesto teórico y componentes del modelo

DEFINICIÓN DEL SUPUESTO TEÓRICO Y COMPONENTES DEL MODELO				
<p>Supuesto: La declinación de las reservas petroleras en México tendrá como efecto un riesgo en el crecimiento económico.</p> <p>Componentes del Modelo: Variables: Producto Interno Bruto (PIB), reservas petroleras, precio de la mezcla mexicana de aceite crudo Modelos econométricos</p>				
Categorías de análisis	Obtención de información sobre energía y variables macroeconómicas	El periodo de tiempo analizado en la economía mexicana es el de 1980 - 2010 y las fuentes de datos consultadas son las del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), estadísticas financieras del Fondo Monetario Internacional (IMF), Banco de México; estadísticas de petróleo de BP, Energy Information administration (EIA), Secretaría de Energía, Pemex.	Crecimiento Económico Energía Primaria: Petróleo Riesgo	PIB Precio petróleo Reservas petroleras
	Diseño del modelo	Tratamiento de datos Especificación del modelo de riesgo Estimación y análisis del modelo de riesgo Análisis y conclusiones	PIB Reservas petroleras Precio petróleo	Modelo ARIMA Modelo GARCH

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO: CRECIMIENTO ECONÓMICO Y ENERGÉTICOS

Este capítulo se hace referencia a la importancia de la energía para el crecimiento económico y factor de producción en las sociedades contemporáneas, ya que el concepto de energía ha sido el motor para la evolución de la ciencia, la tecnología y el desarrollo², también se trata el tema de la oferta y la demanda de energía primaria y de petróleo así como las fuentes productoras y las implicaciones del precio del petróleo en los ingresos presupuestales de México y sus implicaciones en la sustentabilidad ambiental.

1.1 Investigación bibliográfica

Los incrementos en el precio del petróleo ocurridos en los últimos años han generado un nuevo interés en el análisis de los efectos de dicha variable sobre la actividad económica. Las investigaciones realizadas sobre este tema son innumerables así como las metodologías y los enfoques de los estudios.

Para el objetivo del estudio, la investigación bibliográfica se puntualizó en los siguientes temas:

- Causalidad economía-energía
- Impacto del precio del petróleo en la economía

² Entendiéndose el desarrollo como el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano o, en términos económicos, la maximización del bienestar humano agregado.

Causalidad economía-energía

Tras cuatro décadas de estudios empíricos sobre la relación de causalidad entre consumo de energía y crecimiento económico se han producido numerosos estudios que tienen su origen en la crisis de energía de la década de 1970.

Los artículos que dieron origen al estudio de causalidad³ fueron el de Granger (1969) y Sims (1972), y los fundamentos de la prueba de causalidad se han venido utilizando en estudios para el sector energético, desde el trabajo seminal de Kraft y Kraft (1978) donde se demuestra que el PIB presenta una causal con respecto a la energía en el caso de Estados Unidos, fue el inicio de numerosas publicaciones posteriores y que han utilizado mejores técnicas econométricas para obtener evidencia concluyente sobre la causalidad entre la energía consumida por una economía y los niveles de actividad económica.

Recientemente se han realizado estudios de causalidad por países como el efectuado por Zachariadis (2006), el cual revisa los aspectos metodológicos y teóricos para probar la interacción entre el uso de la energía y el desarrollo económico y discute las políticas apropiadas de economía-energía sobre la base de las pruebas de causalidad de Granger.

En la última década se han efectuado estudios en países en vías de desarrollo como el estudio de Arshad y Ahmad (2008) y de Zaman, Farooq y Ullahpara (2011) para el consumo sectorial de petróleo y el crecimiento económico de Pakistán. También se examina la relación de causalidad entre energía y crecimiento económico en 11 países del África sub-sahariana, Akinlo (2008) en el cual se reporta que en la mayoría de los países analizados el consumo de energía cointegra con el producto, confirmando la existencia de una relación de largo plazo entre energía y crecimiento económico, la que varía caso a caso tanto en magnitud como dirección.

A continuación se presenta en la tabla 3, un resumen estudios de causalidad entre economía y crecimiento económico.

³ En términos formales (Granger, 1969) esta causalidad se define como: si un evento "A" ocurre después del evento "B", entonces "A" no puede causar a "B", de tal forma que el futuro no puede causar el pasado.

Tabla 3. Revisión de estudios de pruebas de causalidad energía y crecimiento económico (PIB)

Autores	Método empírico	Período	Tema	Resultados
Kraft y Kraft (1978)	Prueba de Granger estandar	1947–1974	Estados Unidos	Energía←PIB
Yu y Hwang (1984)	Prueba de Granger estandar	1947–1979	Estados Unidos	Sin causalidad
Yu y Choi (1985)	Prueba de Granger estandar	1954–1976	Corea	Energía←PIB
			Filipinas	Energía→PIB
			Estados Unidos, Reino Unido, Polonia	Sin causalidad
Cheng (1997)	Prueba de Granger estandar	1963–1993	Brasil	Energía→PIB
		1949–1993	México	Sin causalidad
		1952–1993	Venezuela	Sin causalidad
Yu y Jin (1992)	Modelo corrección-error	1974–1990	Estados Unidos	No cointegrado
Masih y Masih (1996)	Modelo corrección-error	1955–1990	Malasia, Singapur, Filipinas	No cointegrado
			India	Energía→PIB
			Indonesia	Energía←PIB
			Pakistán	Energía←PIB
Masih y Masih (1997)	Modelo corrección-error	1955–1991	Corea	Energía→PIB
		1952–1992	Taiwán	Energía←→PIB

Asafu-Adjaye (2000)	Modelo corrección-error	1973-1995	India, Indonesia, Turquía	Energía→PIB
			Tailandia y Filipinas	Energía←→PIB
Glasure (2002)	Modelo corrección-error	1961-1990	Corea	Energía←→PIB
Hondroyannis et al. (2002)	Modelo corrección-error	1960-1996	Grecia	Energía←→PIB
Soytas y Sari (2003)	Modelo corrección-error	1950-1992	Argentina	Energía←→PIB
			Corea	Energía←PIB
			Turquía	Energía→PIB
			Indonesia, Polonia	No cointegrado
Yemane (2004)	Prueba de Granger estandar	1952-1999	Shangai	Energía→PIB
Oh y Lee (2004)	Modelo corrección-error	1970-1999	Corea	Energía←→PIB
Lee (2005)	Panel VECM	1975-2001	18 países desarrollados	Energía→PIB
Lee (2006)	Prueba de Granger no causalidad	1960-2001	11 países desarrollados	Mezclado
Hwang y Gum (1992)	Prueba de Granger estandar	1955-1993	Taiwán	Energía←→PIB
Cheng y Lai (1997)	Prueba de causalidad Granger Hsiao	1955-1993	Taiwán	Energía←PIB
Yang (2000)	Prueba de causalidad Granger Hsiao	1954-1997	Taiwán	Energía←→PIB

Impacto del precio del petróleo en la economía

Muchos estudios han tratado la relación entre los choques del precio del petróleo y la macroeconomía de las naciones económicamente desarrolladas y la relación que pudiera existir entre ellas. Se han realizado estudios que analizan diferentes características (variables, funcionalidad, series de tiempo, datos agregados, etc.) a través del tiempo desde la década de los cincuentas.

El número de trabajos que se han publicado sobre las consecuencias económicas de las alzas (y las bajas) en el precio del petróleo es considerable, el trabajo seminal de Bruno y Sachs (1977) quienes analizaron los efectos del precio del petróleo y la inflación de la década de 1970 en los principales países industrializados.

También uno de los primeros trabajos sobre el tema es el análisis empírico de Rasche y Tatom (1981), en su estudio consideraron que no solamente el nivel de empleo y el acervo de capital entraban en la función de producción, sino también el precio relativo de la energía y concluyeron que el precio del petróleo era significativo como argumento en la función de producción, y valoraron que entre cuatro y cinco puntos porcentuales del incremento en el nivel general de precios y en la reducción de la actividad económica podrían deberse al incremento sustantivo en el precio del barril de petróleo por parte de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1973.

Más tarde Eastwood (1992) realiza la investigación de la estructura implícita de algunos modelos de simulación petróleo-macroeconomía y asume un impacto del precio en forma individual y permanente.

Uno de los estudios que es constantemente citado, es el de Hamilton (1983) el cual analiza el impacto del precio del petróleo en los ciclos de negocios de los Estados Unidos. Así mismo, es importante el artículo de Mork (1994), en el que se incorpora el impacto del precio del petróleo en modelos macroeconómicos antes de que se desarrollará una sinergia entre modelos de ciclos reales de negocios y el impacto del precio del petróleo, halla que el crecimiento del PIB real en Estados Unidos está negativamente asociado a la

tasa de crecimiento del precio del petróleo, pero no está correlacionado con reducciones en el precio de este factor de producción.

El trabajo de Burbidge y Harrison (1984) abrió nuevas líneas de investigación que fueron retomadas en investigaciones posteriores. Estos autores aplicaron modelos de vectores autorregresivos (VARs) y sus correspondientes funciones impulso-respuesta para estudiar los efectos económicos que tuvo el precio del petróleo sobre las economías de Canadá, Estados Unidos, Japón, República Federal Alemana y Reino Unido. El periodo cubierto fue de enero de 1961 a junio de 1982, y las variables elegidas fueron las siguientes: el precio real del petróleo (esto es, el precio nominal deflactado con el índice de precios al consumidor), los índices de producción industrial de cada país en cuestión y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su conjunto, una tasa de interés de corto plazo, un agregado monetario, un índice de salario medio pagado en la manufactura, y el nivel general de precios. Burbidge y Harrison concluyeron que hubo una diferencia significativa entre los efectos de los choques petroleros en 1973-1974 y en 1979-1980.

El boom de los precios del petróleo en el 2000 y la Guerra de Irak en el 2003 reabrió el interés de la relación entre el precio del petróleo y sus salidas. Barski y Killian (2004) aseguraron que los movimientos del precio del petróleo deberían de no ser tratados como impactos exógenos.

El trabajo de Killian (2009) propone que el movimiento del precio del petróleo crudo se debería descomponer en los siguientes tres componentes: impacto del suministro del petróleo, impacto de la demanda global para todas las mercancías industriales y el impacto de demanda específica al mercado global de petróleo.

En Latinoamérica se han realizados pocos estudios del impacto del precio del petróleo y su efecto en las variables macroeconómicas, entre estos se pueden citar el estudio de Marte y Villanueva (2007), el cual trata los efectos de las variaciones en los precios internacionales del petróleo sobre la economía de la República Dominicana, y esta relación funcional entre ambas variables comprueban que el incremento del precio del

petróleo afecta negativamente la producción del país y tiene como consecuencia la reducción de su tasa de crecimiento.

El estudio de Guerrero y Urzúa (2007), analiza los impactos petroleros sobre las economías de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y la República Dominicana. El estudio justifica los efectos de los choques petroleros durante los últimos quince años a través de un análisis impulso-respuesta, y de la modelación de la tasa de crecimiento del producto y de la inflación incorporando un mecanismo de corrección de errores.

El trabajo de Toledo y Hernández (2008), estudia el efecto del precio del petróleo sobre el empleo sectorial en Puerto Rico.

1.2 El papel de la energía en el crecimiento económico

El desarrollo del hombre a través de los siglos está íntimamente ligado a la evolución del dominio que fue logrando sobre las diversas fuentes de energía que la naturaleza pone a su disposición.

Se puede afirmar que la historia de la humanidad se puede dividir por dos épocas desde un punto de vista energético:

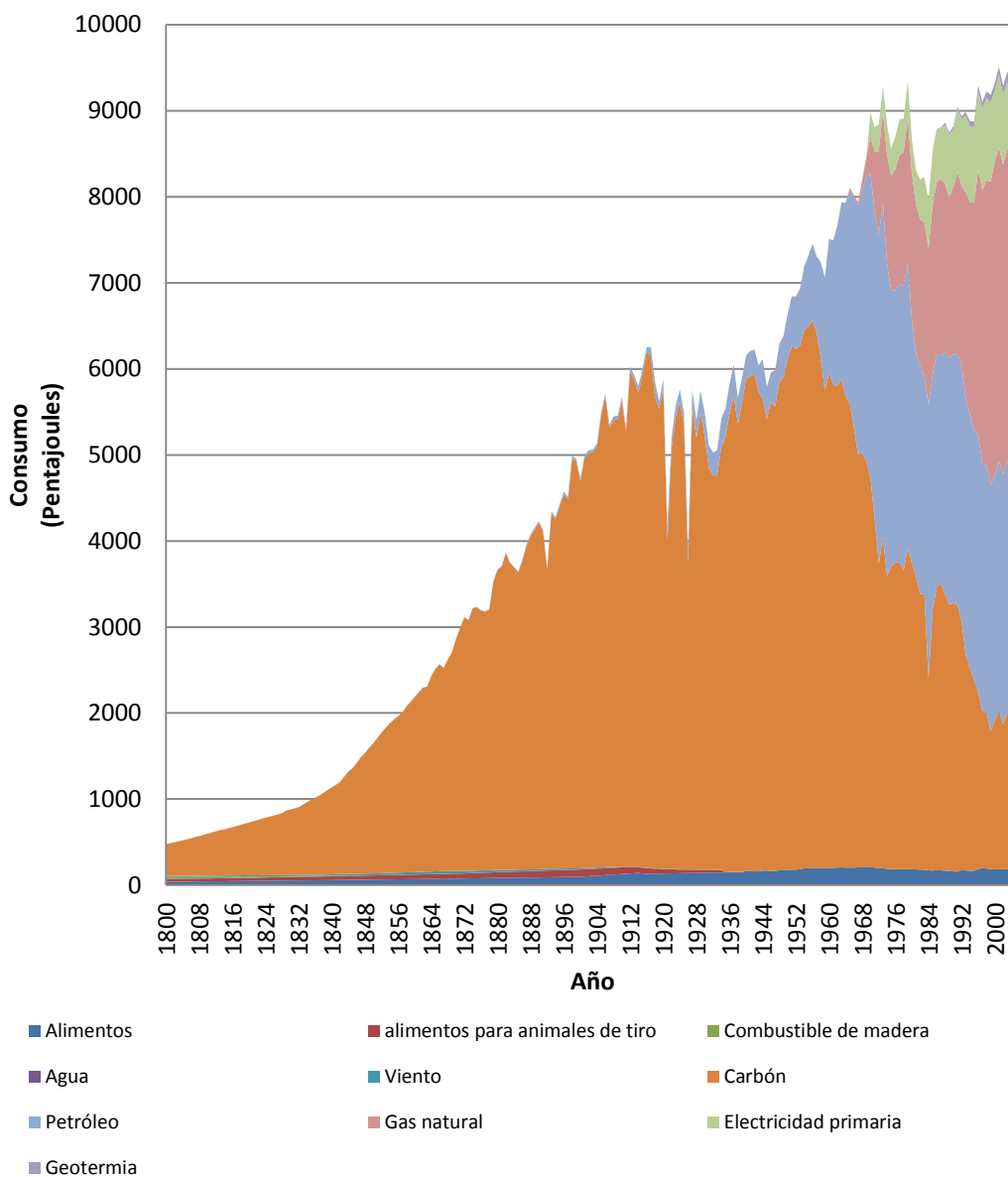
- El primer período que abarca entre 5-10 millones de años desde el nacimiento de la especie humana hasta la era moderna temprana, que es cerca de hace 500 años.
- La reciente historia de los últimos 500 años, la cual ha vivido una rápida aceleración del consumo de energía.

Tabla 4. Consumo de energía por el hombre en varias etapas de desarrollo

Era	Kcal/día/persona
Hombre primitivo(1)	2,000
Hombre nómada(2)	5,000
Agricultura de subsistencia	12,000
Agricultura avanzada	27,000
Era industrial temprana	70,000
Era industrial avanzada, 1970	115,000
(1) No practicaba la caza y no dominaba el fuego	
(2) Cazador y dominaba el fuego	

A continuación la gráfica 1, presenta la "evolución" del uso de las fuentes de energía a través de un período cercano a la Revolución industrial hasta nuestros días, con datos de Inglaterra.

Gráfica 1. Consumo por fuente de energía en Inglaterra, período 1800-2007.



Fuente: Elaboración propia con datos de la página: Energy consumption in England and Wales, 1560-2000.
 Sitio: <http://www-histecon.kings.cam.ac.uk/history-sust/energyconsumption/Englandandwalesenergy.xls>

La energía es finalmente, un medio para la satisfacción de necesidades que se manifiesta en las siguientes cinco grandes categorías de uso:

- Usos térmicos

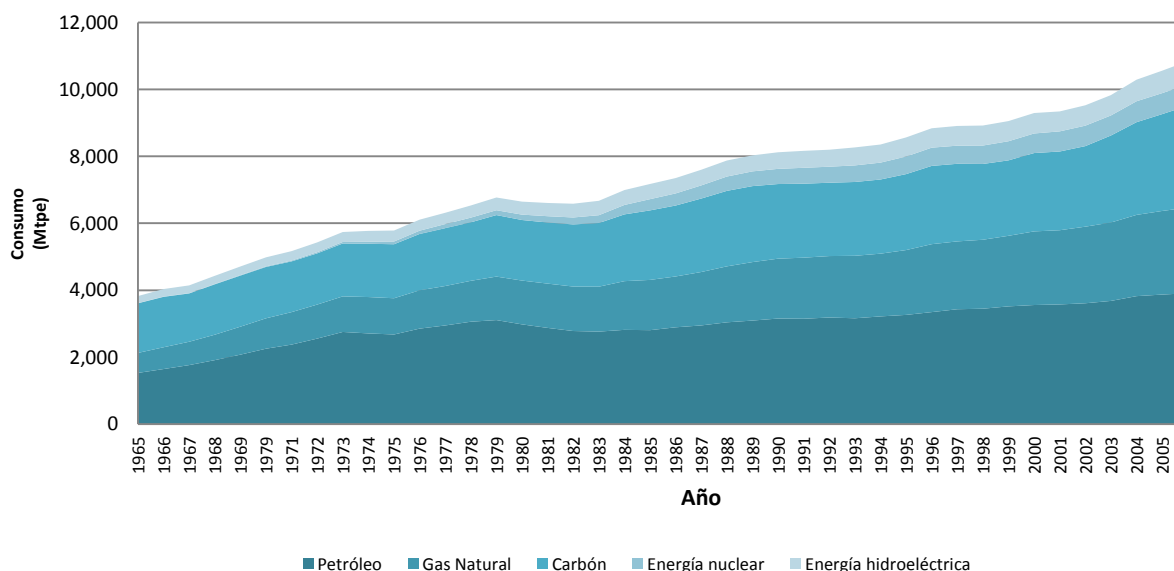
- Uso de fuerza motriz
- Usos de iluminación
- Usos electrónicos
- Usos como materia prima

1.3 Fuentes de energía que abastecen el consumo de energía

En el tema de la energía siempre hay que tener en cuenta los dos aspectos esenciales: la oferta y la demanda. Son dos caras de la misma moneda que van siempre unidas, pero cada una de ellas posee sus propias implicaciones económicas, políticas, sociales, medioambientales o tecnológicas.

En los últimos 30 años, el consumo mundial de energía ha crecido incesantemente, como se puede observar en la gráfica 2. En la recesión económica del 2009, el consumo de energía primaria disminuyó 1.1%, pero el consumo de este año fue superior en un 23.6% con respecto al consumo de diez años antes. China acapara más de la mitad del crecimiento anual del consumo mundial de energía primaria.

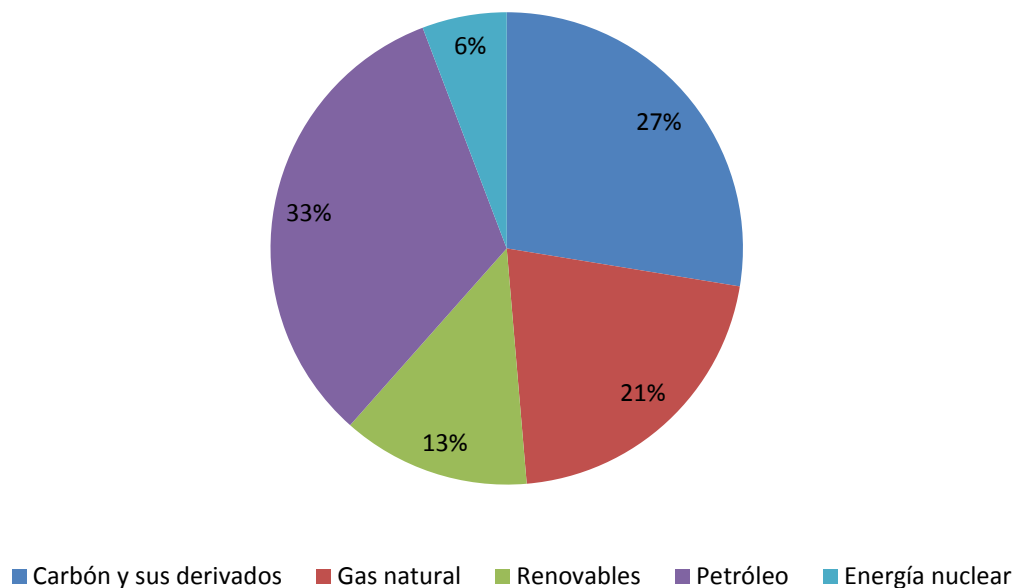
Gráfica 2. Evolución de consumo mundial por tipo de energía período 1966-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos de BP of World Energy, June 2010.

De acuerdo con información de la Agencia Internacional de Energía, en 2008 la producción mundial de energía primaria totalizó 12,369.0 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), 3.2% mayor a lo producido en 2007. La producción mundial de carbón y sus derivados, gas natural y renovables aumentó 5.8%, 4.0% y 3.4%, respectivamente. También hubo crecimientos, aunque menores, en la producción mundial de crudo (1.1%) y energía nuclear (0.4%). Como se puede observar en la Figura 3, el 32.7% de la producción mundial correspondió a crudo, 27.6% a carbón y sus derivados, 21.2% a gas natural, 12.9% a energías renovables y 5.8% a energía nuclear.

Gráfica 3. Producción mundial de energía primaria 2008 12,369Mtep.

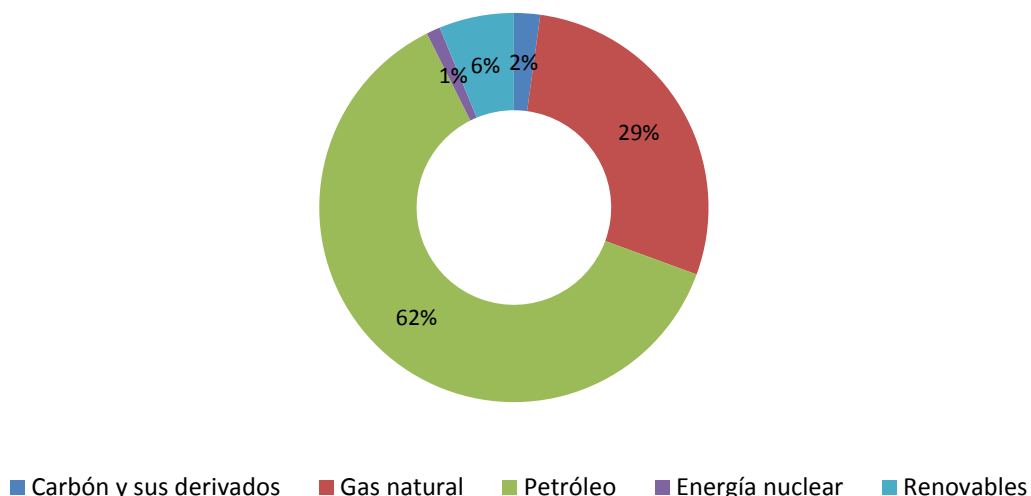


Fuente: Elaboración propia con datos de *Energy Balances of OCDE countries* y *Energy Balances of Non-OCDE countries*, AIE, edición 2010.

La gráfica muestra que el patrón energético mundial se sustenta en combustibles fósiles, toda vez que proveen 81.4% de la producción energética.

En México el patrón energético como se muestra en la gráfica 4, se basa en combustibles fósiles, ya que representan el 92.62 de la producción energética del 2009.

Gráfica 4. Producción de México de energía primaria en 2009 9,852.92 petajoules.



Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Nacional de Energía 2009. SENER

Se puede afirmar, que la demanda actual de energía viene marcada por el claro protagonismo del petróleo por encima del resto de las fuentes energéticas. Nuestro modelo de vida gira en torno a esta fuente energética. Los transportes y las numerosas aplicaciones industriales que tienen los derivados del petróleo hacen que resulte imprescindible un suministro continuo de petróleo y el resto de los combustibles fósiles, gas natural y carbón, siguen siendo las principales fuentes para la producción de la electricidad, tan necesaria en cualquier actividad.

En lo que se refiere a la oferta energética, lógicamente, va de la mano de la demanda. La dependencia de los combustibles fósiles en nuestras actividades provoca que la mayor parte de la producción energética se concentre en la extracción de éstos y deje un menor espacio para las energías renovables u otras formas de producción.

Cuando se habla de la oferta de petróleo, es necesario tener en cuenta tanto la producción como las reservas existentes, ya que ambos aspectos son esenciales para garantizar el suministro energético.

No todos los países o regiones del mundo cuentan con el petróleo entre sus recursos naturales, lo cual hace que sea necesario destacar cuáles son los principales países

productores de petróleo (véase la tabla 5) por su relevancia en el mercado energético y su influencia a escala global.

Tabla 5. Países Productores de Petróleo (2009)

Productores	mbd	% del total mundial
Federación Rusa	10,032	12.55
Arabia Saudita	9,713	12.15
Estados Unidos	7,196	9.00
Irán	4,216	5.27
China	3,790	4.74
Canadá	2,029	2.54
México	2,979	3.73
Venezuela	2,437	3.05
Kuwait	2,481	3.10
Emiratos Árabes	2,599	3.25
Irak	2,482	3.10
Nigeria	2,061	2.58
Resto del Mundo	27,933	34.94
Total Mundial	79,948	100

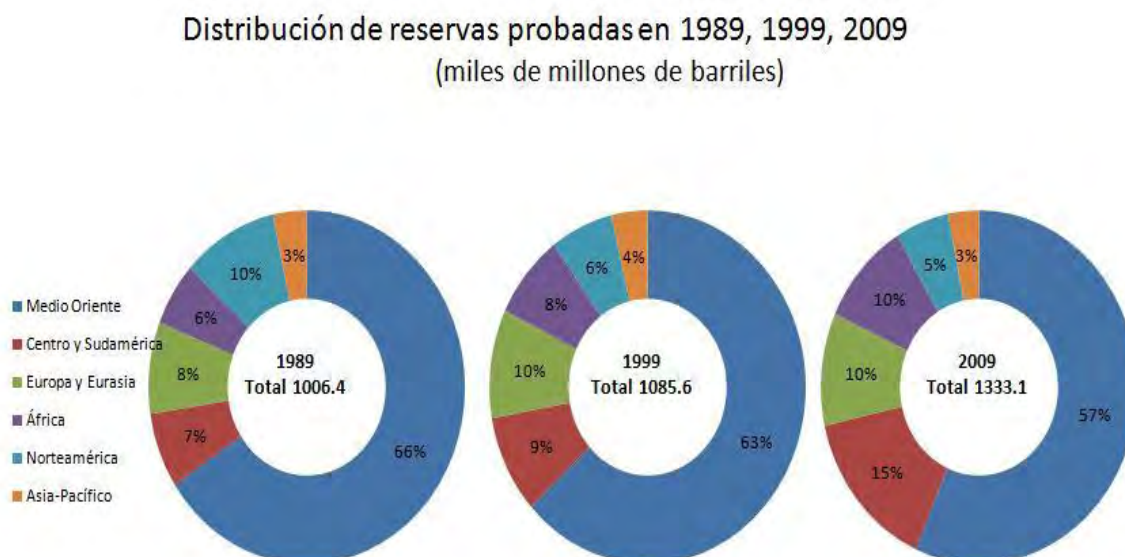
La producción actual de la OPEP está por encima de los 29 millones de barriles diarios, lo que supone cerca del 40% de la producción mundial. El mayor productor de la organización es Arabia Saudita.

Dentro de Europa y de los países de la antigua Unión Soviética, Rusia está a la cabeza de la producción de petróleo, seguida muy de lejos por Noruega y el Reino Unido. En total, la región supone el 22% de la producción mundial.

La producción de petróleo de la región Asia-Pacífico ha llegado al 10% de la producción mundial, casi la mitad de la cual corresponde a China. Cabe mencionar que, en esta zona, el consumo doméstico actual se ha incrementado más rápidamente que la producción. Las nuevas potencias económicas, como China y la India, demandan cada vez más volúmenes de recursos energéticos para sostener su auge económico.

Las cifras de producción dan la medida de evolución de la oferta de petróleo vista desde el pasado, pero para mirar al futuro es esencial tener en cuenta las reservas existentes, ya que son las que garantizan el abastecimiento para los próximos años.

Gráfica 5. Distribución de reservas probadas por regiones en los años 1989, 1999, 2009.



Fuente: Elaboración propia con datos de BP Statistical Review of World Energy, June 2010.

Como se observa en la gráfica 5, el Oriente Medio posee más del 60% del total de las reservas probadas de petróleo. Por su parte, Arabia Saudita, por sí misma, posee el 22% de estas reservas mundiales. En esta región, el porcentaje de las reservas de petróleo han disminuido en las últimas dos décadas.

Como contrapunto a estos datos, hay que tener en cuenta que las reservas de petróleo de Estados Unidos y México están descendiendo a un ritmo acelerado: han pasado de 86.3 miles de millones de barriles en 1989 a 40.1 miles de millones de barriles en 2009, lo que ha supuesto cambiar el peso relativo de América del Norte en el total de las reservas mundiales del 9.72% al 5.5% en este mismo período. El último apunte relacionado con la oferta mundial de petróleo es que la relación entre reservas y producción (es decir, para cuánto tiempo hay petróleo al ritmo de producción actual) parece que se mantiene más o menos estable por encima de los cuarenta años. Por tanto, a pesar del incremento continuo de la producción, el crecimiento de las reservas de petróleo sigue un ritmo paralelo, bien gracias a nuevos hallazgos o bien gracias a innovaciones tecnológicas de recuperación mejorada que permiten aumentar la extracción en los pozos conocidos.

1.4 Determinantes del crecimiento económico

En la Teoría del Crecimiento Económico⁴, la construcción neoclásica de la economía se basa en tres factores de la producción: capital, trabajo y tecnología. La producción en cada período comienza con una cantidad dada de capital, mano de obra y tecnología, y termina en la producción de bienes. El capital tiene su origen en períodos anteriores: es simplemente una parte de la producción de la economía que se acumuló en fases previas. Los economistas neoclásicos en general se resisten en explicar cómo la mano de obra se produce o se reproduce, sino que meramente asumen que la misma crece de forma exógena. La tecnología es descrita como el acervo de conocimientos disponibles en una

⁴ El crecimiento económico es el aumento de la renta o valor de bienes y servicios finales producidos por una economía (generalmente un país o una región) en un determinado período.

economía. Los conocimientos pueden ser incorporados en las máquinas, las capacidades humanas, o puede tomar la forma de arreglos y acuerdos sociales.

La energía, ausente de la contabilidad de la economía, es la fuerza principal que impulsa todas las actividades económicas. Efectivamente, la energía está implícitamente incorporada en la Economía Neoclásica como el esfuerzo de la mano de obra. La energía proveniente de fuentes no humanas (carbón, petróleo, electricidad, alimentos y fertilizantes) se incorpora en la economía únicamente como insumos intermedios, es decir, se anexa a las cuentas del ingreso nacional de un país como el valor agregado del sector energético. La energía, bajo esta concepción tradicional, no es considerada como un factor de producción.

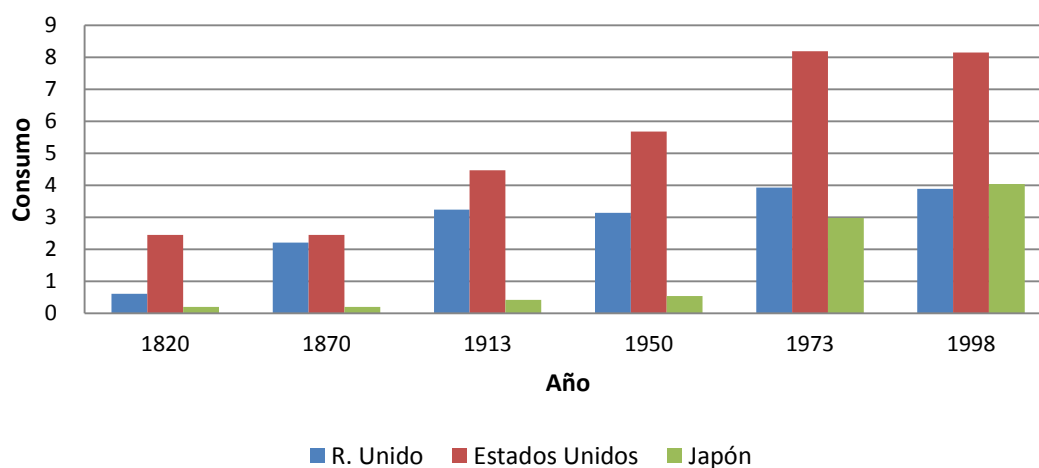
Hasta la fecha existe una polémica sobre el papel de la energía dentro de la economía, unos opinan que las materias primas no son parte del desarrollo de la economía, y que el crecimiento depende del conocimiento, del progreso técnico y del capital. La contribución de los recursos naturales en el crecimiento pasado y actual es casi no existente, y la energía es un recurso natural. Después de todo, la energía representa actualmente algo menos que el 10 por ciento de la demanda de agregados en las economías avanzadas.

Otra corriente la cual se interesa en los temas ambientales soporta el punto de vista opuesto relacionado con el papel de los bienes materiales y la naturaleza en la economía. Los materiales naturales juegan un papel importante en el desarrollo de las sociedades humanas y en la historia como un todo. La energía en particular es de importancia central en la vida económica. Y afirman que la transformación de los dos últimos siglos es soportado por la energía.

Históricamente, la relación entre energía y crecimiento económico ha sido muy estrecha. Al fin y al cabo, el papel de la energía en la producción tiene una base científica clara basada en las leyes de la termodinámica. Estos principios implican que la energía es necesaria, al menos en una cantidad mínima, para la transformación de la materia que conlleva la mayoría de los procesos productivos.

Un estudio (Maddison, 2003) que analiza el cambio tecnológico y el papel de la energía en el crecimiento de los países occidentales y que afirma que existe una evidencia cuantitativa de factores causales del desempeño de las principales economías capitalistas: Estados Unidos, Reino Unido y Japón en la forma de las cuentas de crecimiento⁵ para un período de estudio de 1820-1998, a continuación se presenta gráfica y tabla con datos de consumo de energía primaria, para estos tres países.

Gráfica 6. Consumo de energía primaria por habitante (toneladas de petróleo equivalente).



Fuente: Elaboración propia con datos de Maddison (2003).

La característica relevante de estos tres países fue el fuerte incremento que experimentó su stock de equipos y maquinaria en términos por habitante. Este indicador se multiplicó por 130 en el Reino Unido, por 289 en Estados Unidos entre 1820 y 1998, y por 319 en Japón después de 1890. El stock de estructuras no residenciales creció mucho menos en cada uno de ellos: 20 veces en el Reino Unido, 32 en Estados Unidos y 83 en Japón.

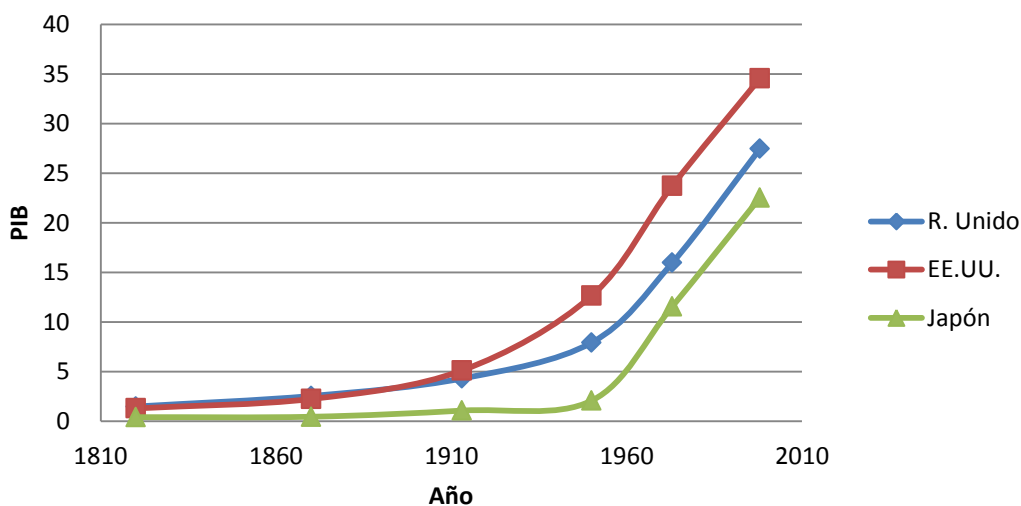
⁵ Las cuentas de crecimiento que se consideran en el estudio son. Stock bruto de maquinaria y equipamiento; Stock bruto de estructuras no residenciales por habitante; Consumo de energía primaria por habitante; Media de años de educación por persona empleada; Tierra por habitante; Exportaciones por habitante; Horas trabajadas por persona; PIB por hora de trabajo; productividad de mano de obra.

Gran parte de esas máquinas incorpora motores, pero su consumo de energía no creció tan rápidamente. En Estados Unidos, donde había una abundante masa forestal en 1820, el consumo por habitante de energía primaria se multiplicó por algo más de tres; en el Reino Unido se multiplicó por seis, y en Japón por veinte. La eficiencia en el aprovechamiento energético ha mejorado mucho gracias al continuo perfeccionamiento de dichas máquinas.

El crecimiento también obedece a los avances técnicos conseguidos en la localización y extracción de minerales energéticos. La energía de origen mineral supone hoy en día más de cuatro quintas partes de la oferta mundial, cuando en 1820 ese porcentaje estaba por debajo del 6 por 100, y la mayoría era de origen biológico.

El estudio muestra una causalidad entre consumo de energía y crecimiento económico, el PIB por hora en el período de 1950-1998, creció 3.46, 2.73 y 10.83 para el Reino Unido, Estados Unidos y Japón respectivamente. En lo que se refiere al uso de la energía el crecimiento para este período fue de 1.23, 1.43 y 7.48 respectivamente para el Reino Unido, Estados Unidos y Japón.

Gráfica 7. PIB por hora de trabajo de varios países (Dólares de 1990).



Fuente: Elaboración propia con datos de Maddison (2003).

Es necesario reflexionar sobre el papel de la energía como factor de producción y como elemento de desarrollo, y analizar las teorías de la desmaterialización como respuesta al crecimiento y su amenaza a la sustentabilidad energética y ambiental.

En este sentido, es importante distinguir entre la desmaterialización en términos relativos y absolutos: generalmente la desmaterialización se ha analizado en términos de consumo energético per cápita o por unidad de PIB es decir, en términos relativos o de eficiencia energética. Sin embargo, esto no necesariamente implica la reducción de las emisiones o del consumo de energía, en términos absolutos, tal como es necesario para alcanzar la sustentabilidad ambiental lo que se conoce habitualmente como ahorro.

Por último, bajo el paradigma de desarrollo sustentable, incorporando a la energía dentro de los modelos de crecimiento económico y a partir de la concepción de la limitación de los recursos naturales (y energéticos), surge espontáneamente que para un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, la demanda tendrá que ser igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativa.

1.4.1 Energía como factor de producción

La energía puede denominarse actividad "de base" de la economía, es decir una actividad que "alimenta" todas las actividades productivas, así como los consumos finales y la exportación.

Es decir, la energía es un bien de demanda final (dirigido a los sectores de consumo final) y de demanda intermedia (dirigido a las actividades productivas). Este último es el más relevante, y la energía es necesaria en todas las actividades productivas y debe estar disponible en cantidad, calidad y precio adecuado.

Los grandes sectores de consumo intermedio están constituidos, en general, por la industria manufacturera, la siderurgia y los transportes. El análisis del comportamiento de

los consumidores de energía, desagregados éstos desde un punto de vista sectorial, lleva a plantear el estudio de las funciones de demanda o consumo energético para los distintos sectores de la actividad socioeconómica.

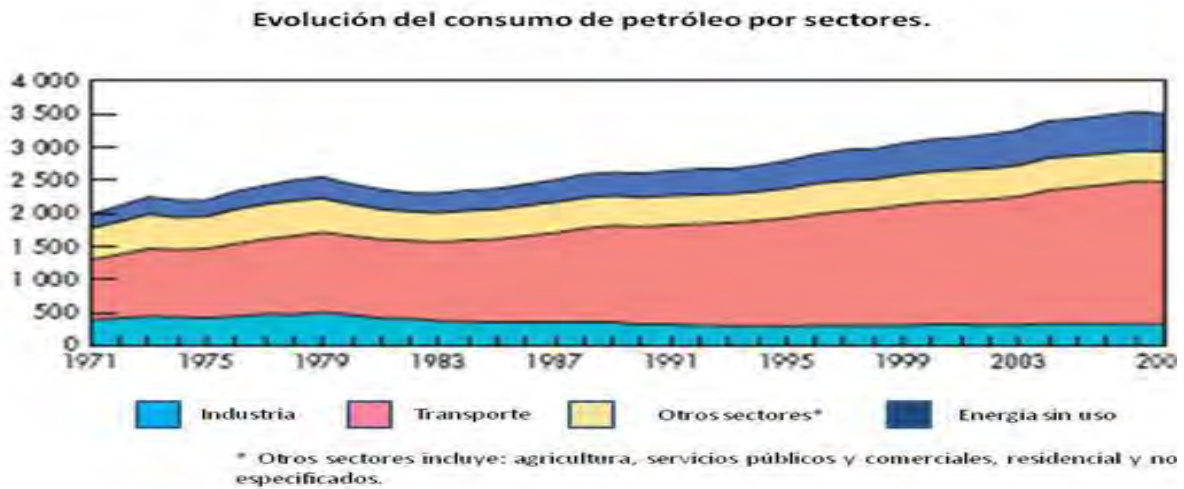
La apertura sectorial de la contabilidad energética -basada históricamente en el Sistema de las Cuentas Nacionales- en sus diferentes formas, desde la simple recopilación por fuentes y sectores de consumos hasta su implementación en Balances Energéticos ha tratado, en mayor o menor medida, de respetar una desagregación sectorial y en algunos casos espacial de los consumos energéticos. En cuanto a los sectores, una primera aproximación al sistema antes mencionado sería la de diferenciar en: a) los sectores productivos primarios: Agricultura, Ganadería, Caza, Pesca y Silvicultura, Minería; b) secundarios: Industrias Manufactureras y Construcción; c) terciarios: Transporte y resto de Servicios; d) los sectores residenciales -tanto urbano como rural-.

Los sectores de consumo considerados son, en general, los siguientes:

- Residencial
- Industria Manufacturera
- Productivo Rural
- Transporte
- Servicios

Y desde el punto de vista de los sectores económicos, el petróleo se usa sobre todo en el sector del transporte y como fuente de energía y de calor en los procesos industriales. En los países industrializados, la mayor parte del aumento en el uso de petróleo recae en el transporte, donde aún existen pocas alternativas económicamente viables. En cuanto a la generación de energía eléctrica, el petróleo está siendo desplazado por el gas natural, puesto que su combustión es más limpia y eficiente y por fuentes renovables como es el caso de la energía eólica y la fotovoltaica.

Gráfica 8. Evolución del consumo de petróleo por sectores.

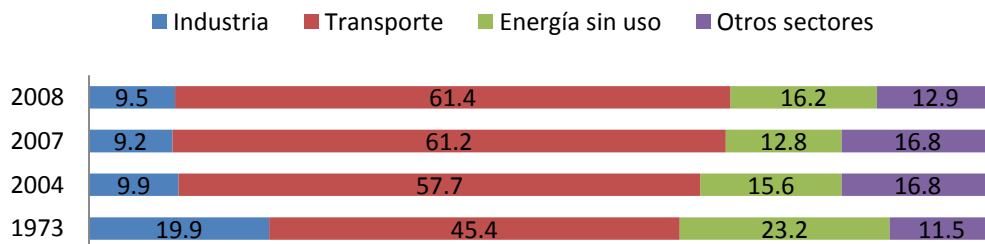


Fuente: Key World Energy Statistics 2010. International Energy Agency.
Nota: El consumo es en millones de toneladas de petróleo equivalente.

El combustible que se utiliza actualmente en el transporte es dominado por el petróleo con cerca del 95% ya sea en forma de gasolina o combustibles destilados como diesel, keroseno, o combustible de avión (jet fuel).

En la gráfica 9 se basa en el porcentaje de consumo de petróleo por sector y mientras que el sector transporte consumía en 1973 el 42% en el 2008 el consumo aumento al 61.4% y esto se explica por el crecimiento global de vehículos automotores, particularmente los utilizados en transporte de comercio internacional. Los usos de “energía sin uso” principalmente se relacionan a la industria petroquímica donde el petróleo es utilizado en la manufactura de productos tales como plásticos o fertilizantes.

Gráfica 9. Porcentaje de uso de petróleo por sector, período 1973-2008



Fuente: Key World Energy Statistics(varios años). International Energy Agency.

El transporte siempre ha tenido una gran importancia en la economía debido a su repercusión en el comercio y a la necesidad de su participación en muchos otros sectores (turismo, desplazamientos privados, etc.). Este valor ha crecido de manera exponencial con la progresiva globalización a la que estamos asistiendo. Se ha sido testigo del extraordinario impulso de las relaciones económicas internacionales, con lo que el transporte se ha convertido en uno de los pilares de la economía actual, tanto para los países desarrollados como para los subdesarrollados.

A lo largo del siglo XX, la demanda del sector transporte se ha incrementado exponencialmente en los países de la OCDE. Las claves principales de este crecimiento han sido el transporte por tierra y, más recientemente, el transporte aéreo. A medida que los países emergentes sigan desarrollándose y el mundo se enfrente a la amenaza del cambio climático, este sector representará un gran desafío a largo plazo. Además, su conexión con la energía es innegable: el sector del transporte consume un tercio de la energía total.

El transporte terrestre es el dominante dentro del sector, ya que representa el 90% de los viajes de pasajeros y el 75% de los transportes de carga. En los últimos 25 años, la flota de vehículos se ha más que duplicado en los países OCDE, que agrupan el 80% de la flota. En 2004 había cerca de 600 millones de automóviles privados y 209 millones de camiones registrados en el mundo.

Si bien durante los últimos treinta años han sido los países de la OCDE los que han liderado el crecimiento del transporte por carretera, se espera que los países emergentes como China o la India tomen el relevo. De hecho, eso ya está ocurriendo en China, donde en el período 1997-2003 la producción de vehículos aumentó hasta multiplicarse casi por nueve, con una cifra que llegó hasta los 4.4 millones de vehículos en 2003, equivalente a más del 20% de la producción europea. La tasa de propiedad de vehículos en China está situada solamente en 10 vehículos por cada 1,000 habitantes, así que esto parece ser sólo el principio.

Entre los factores que impulsan el consumo de energía en el sector transporte se pueden citar los siguientes:

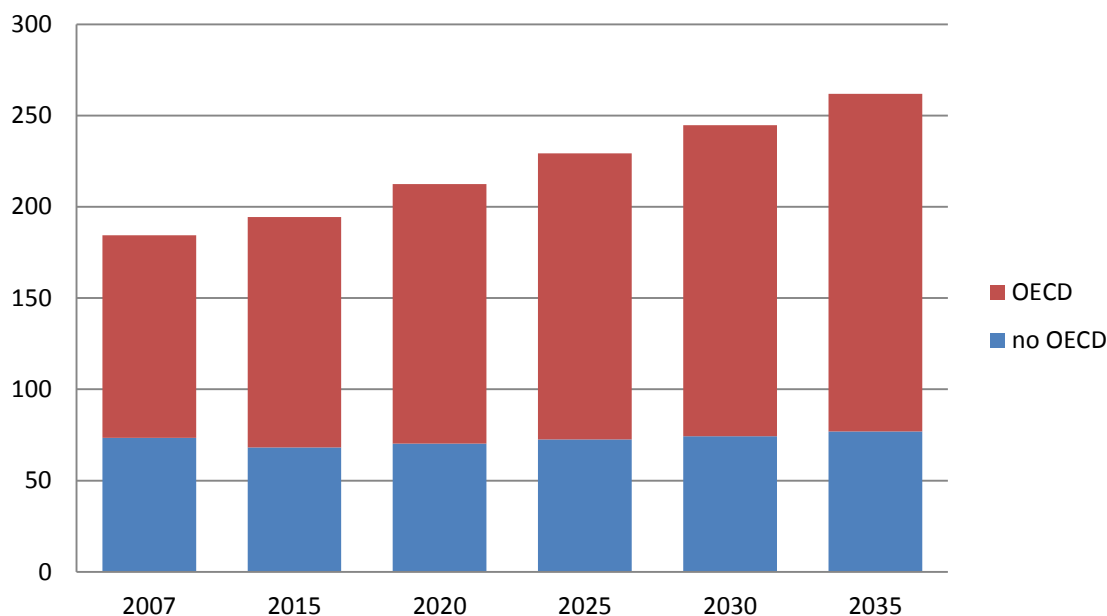
- Los volúmenes de transporte siguen aumentado. Los volúmenes de transporte aumentaron de manera constante, aproximadamente a una tasa similar o superior a la del crecimiento económico: casi el 20 % en el caso del transporte de pasajeros y en torno al 30 % en el caso del transporte de mercancías.
- El transporte por carretera y aéreo crece con mayor rapidez que otros modos de transporte. El transporte aéreo y el transporte por carretera los que durante la década de 1990 lideraron el uso de energía como el ferrocarril, el autobús o las vías navegables, se estancaban o incluso retrocedían. El transporte aéreo, con un ritmo de crecimiento anual de un 5 % o más, fue el que registró el crecimiento más rápido.
- Continúa la expansión de la infraestructura de transporte. La red total de carreteras se expandía en poco tiempo, a la vez que las infraestructuras de ferrocarril convencional y vías navegables se contraían lentamente.
- Los precios siguen favoreciendo al vehículo privado sobre el transporte público.

En lo que se refiere al sector industrial, la demanda de energía se basa en los niveles y mezclas de la actividad económica y tecnológica, entre otros factores⁶. Las economías que no pertenecen a la OCDE, contabilizan cerca del 95% del incremento mundial del consumo de energía en el sector industrial.

El rápido crecimiento económico proyectado para estos países se relaciona con el aumento de consumo de energía industrial, promediando 1.8% de 2007 a 2035. Debido a que las economías de la OCDE han sufrido la transición de economías de manufactura a economías de servicios en las décadas recientes, tienen un crecimiento proyectado relativamente bajo en el total de la economía y se proyecta un crecimiento de 0.2% de 2007 a 2035.

⁶ Desde 1990, la mayoría de los países de la OECD han experimentado un cambio estructural en el sentido de una mayor orientación de la economía hacia los servicios, con el consiguiente aumento de la contribución de los servicios al PIB, alrededor del 70%.

Gráfica 10. Consumo de energía mundial en el sector industrial (cuatrillones de BTU).



Fuente: Elaboración propia con datos “Report #:DOE/EIA-0484(2010)”. Release Date: May 25, 2010

En México en el 2009 (Balance Nacional de Energía 2009, SENER), El consumo final de energía presentó disminuciones en los sectores intensivos en el uso de energía. El transporte consumió 46.4% del total y observó una disminución de 8.6% con respecto a 2008. Al sector industrial correspondió el 26.8%, con una disminución de 8.5% respecto al año anterior. El consumo del sector residencial, comercial y público representó 19.0% y mostró una disminución de 1.0%. El consumo del sector agropecuario aportó 3.1% y se redujo de 1.8% en relación a 2008.

Tabla 6. Consumo final total de energía (petajoules)

			Variación Porcentual	Estructura Porcentual	
	2008	2009	2009/2008 (%)	2008	2009
Consumo final total	5,129.43	4,795.24	-6.5	100	100
Consumo no energético total	221.33	227.17	2.6	4.3	4.7
Petroquímica de Pemex	110.05	115.78	5.2	2.1	2.4
Otras ramas	111.28	111.39	0.1	2.2	2.3
Consumo energético total	4,908.10	4,568.07	-6.9	95.7	95.3
Transporte	2,433.35	2,224.50	-8.6	47.4	46.4
Industrial	1,402.93	1,283.62	-8.5	27.4	26.8
Residencial, comercial y público	922.68	913.42	-1	18	19
Agropecuario	149.15	146.53	-1.8	2.9	3.1

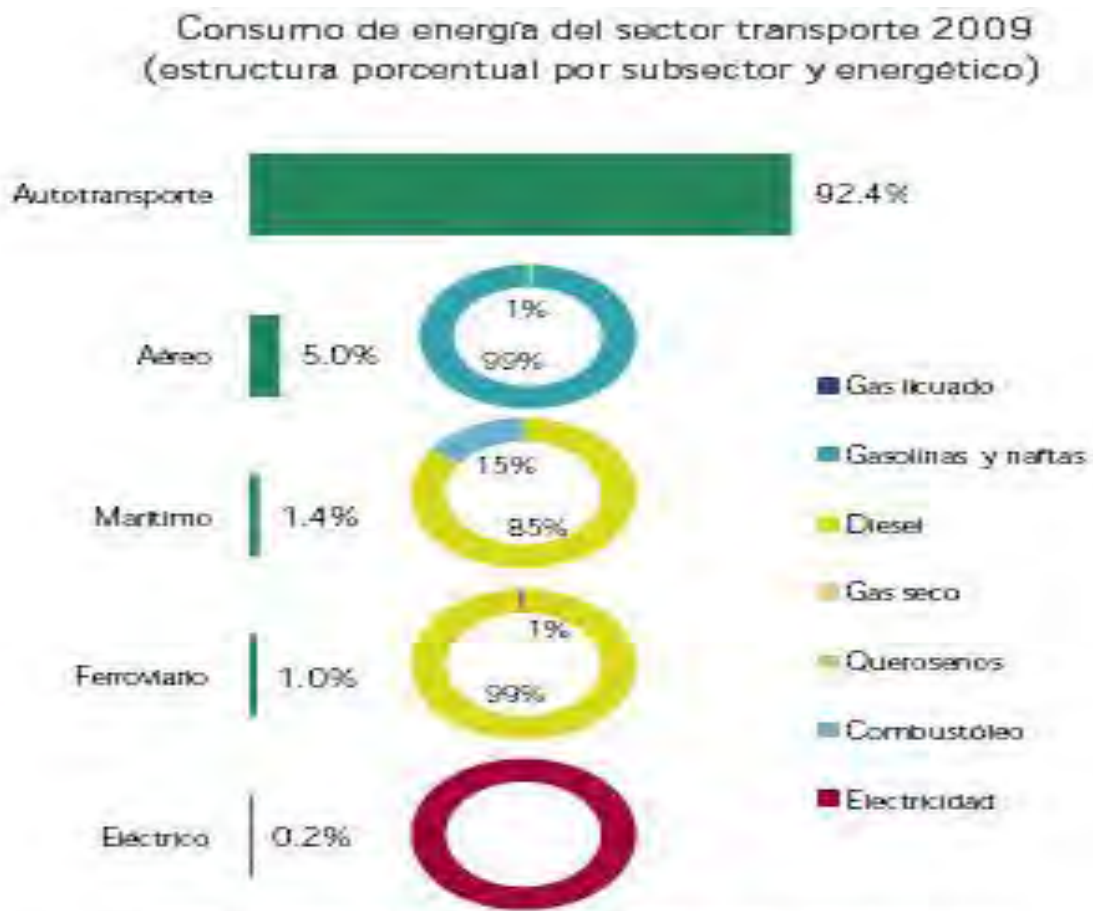
Fuente: Sistema de Información Energética, Sener.

La suma de los parciales puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras.

En 2009 el consumo de energía en el sector transporte totalizó 2,224.5 PJ, lo que implicó una disminución de 8.6% respecto a 2008 (Tabla 6). Esta disminución fue impulsada en su mayoría por la caída de 6.8% en el consumo de gasolinas y naftas, que aportaron 67.4% de los requerimientos de energía de este sector. La demanda de diesel, segundo combustible en importancia en este sector y con una participación de 25.5%, disminuyó 11.9% respecto a 2008. Los querosenos, que tuvieron una participación de 4.9%, mostraron una caída de 15.2% en su consumo. El gas licuado de petróleo, utilizado en el

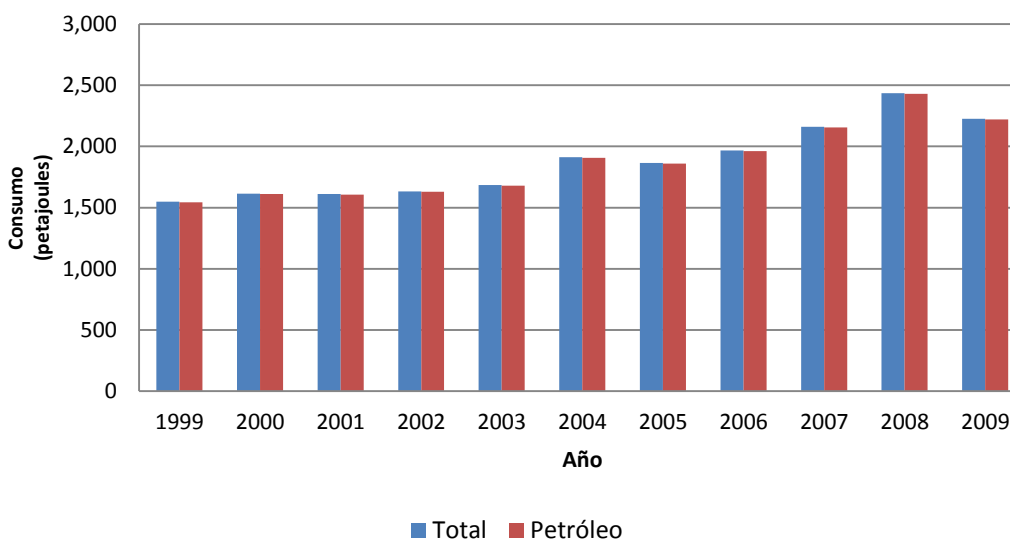
autotransporte, mostró un consumo 6.6% menor al de 2008 y aportó 1.8% del consumo del sector. La demanda de electricidad en este sector tuvo una participación de 0.2% y mostró un aumento de 0.5% respecto al año previo. Finalmente, el consumo de gas seco, cuya aportación al consumo del sector fue marginal, disminuyó 8.2%.

Gráfica 11. Consumo de energía del sector transporte 2009.



Fuente: Sistema de Información Energética, con cálculos propios.

El consumo de energía y petróleo en México en el sector transporte ha crecido 676 petajoules en los últimos 10 años y representa un crecimiento del 43%, como lo muestra la siguiente figura.

Gráfica 12. Consumo de energía en el sector transporte 1999-2009 (petajoules.)

Fuente: Sistema de Información Energética, Sener.

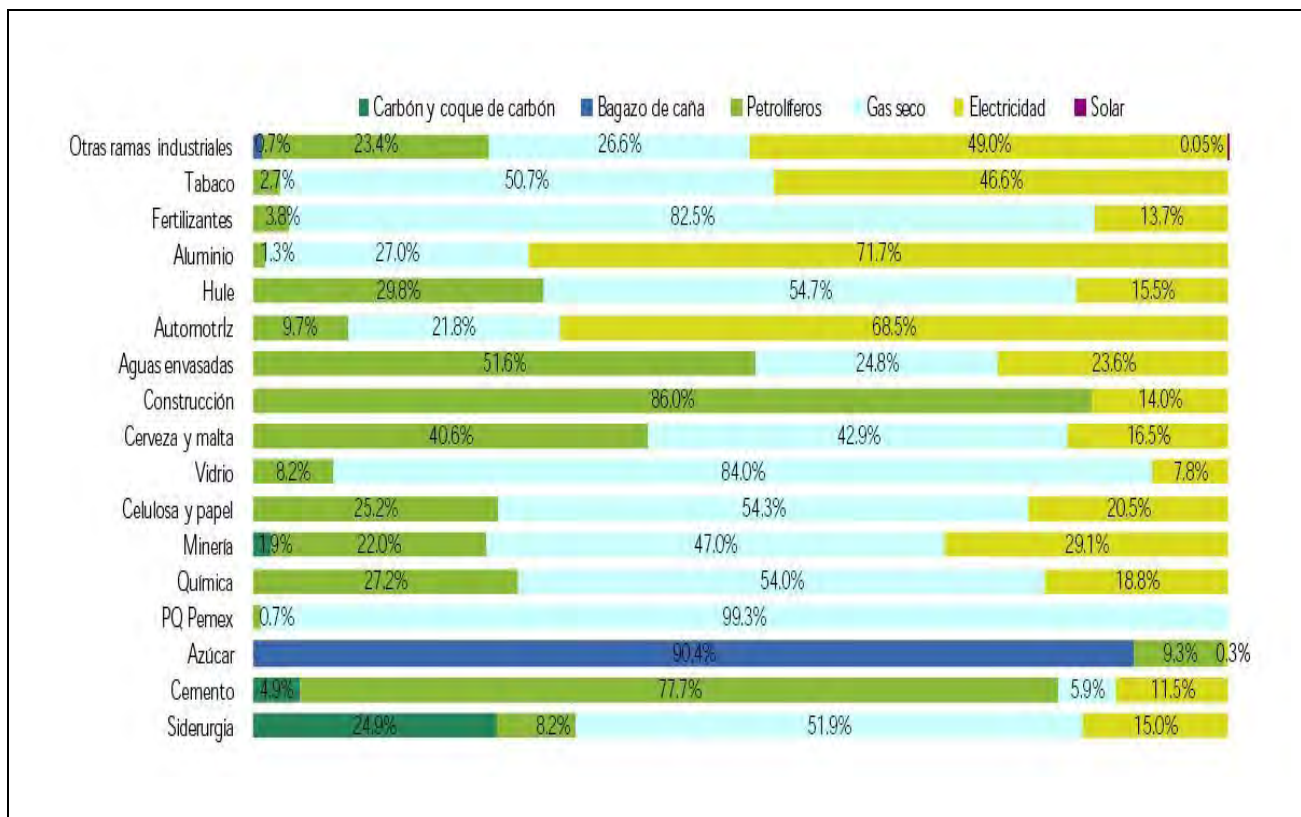
De 2008 a 2009, el consumo de combustibles del sector industrial disminuyó 8.5%, caída inferior a la del PIB manufacturero, que fue de 10.2%⁷. Esta disminución fue producto de la caída generalizada en la demanda de energéticos de todas las ramas industriales, a excepción de la industria de la celulosa y el papel. La intensidad energética global de la industria, medida en función del PIB manufacturero, fue 922.0 KJ por peso de PIB producido, 1.9% por arriba de la intensidad de 2008.

El consumo de gas seco, combustible más utilizado en la industria al aportar 37.3% del consumo del sector, totalizó 478.7 PJ en 2009, lo que implicó una disminución de 8.9%, resultado principalmente de la caída en la demanda de este energético en las industrias Petroquímica de PEMEX, siderurgia, química y vidrio. En la Gráfica 13 se muestra la participación del consumo de las industrias más intensivas en uso de gas seco y otros combustibles. El consumo de electricidad fue equivalente a 365.8 PJ y representó 28.5% del consumo industrial. Éste disminuyó 4.6%, derivado de la caída generalizada en la

⁷ Producto Interno Bruto trimestral, base 2003, industrias manufactureras, INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

demanda de electricidad de todas las ramas industriales, a excepción de la industria azucarera.

Gráfica 13. Consumo de energía por rama industrial y estructura porcentual por tipo de energético 2009 (petajoules).



El consumo de petrolíferos (combustóleo, diesel y gas licuado de petróleo), que en conjunto contribuyeron con 13.7% de la demanda al sumar 175.3 PJ, descendió 11.0%, resultado del menor consumo de estos combustibles en todas las ramas, con excepción de la industria Petroquímica de PEMEX, que aumentó su consumo de petrolíferos 8.6% derivado del mayor consumo de diesel.

Desde el punto de vista económico, el sector energético representó el 6.9% del PIB y el sector industrial el 31.4% en el 2009.

A continuación se muestran los valores a precios corrientes de la contribución al PIB tanto del sector industrial como del energético.

**Tabla 7. Valor agregado bruto en valores básicos total del Sector industrial y del sector energético
(millones de pesos)**

	Total	Sector Industrial ^a	Sector energético ^b
2004	8,171,095	2,788,419	723,998
2005	8,825,085	3,016,030	787,718
2006	9,943,093	3,573,967	1,040,386
2007	10,854,384	3,919,121	1,190,362
2008	11,863,314	4,359,119	1,431,239
2009	11,383,381	3,858,300	1,034,552

^a Incluye las actividades económicas 21 (Minería), 22 (Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final), 23 (Construcción) y 31-33 (Industrias manufactureras).

^b Incluye los subsectores 211 (Extracción de petróleo y gas), 213 (Servicios relacionados con la minería), 221 (Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica), 222 (Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final) y 324 (Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón).

Fuente: INEGI. Sistema de cuentas nacionales de México. Cuentas de bienes y servicios, 2005-2009. Primera versión. Aguascalientes, Ags., 2010.

1.5 Crecimiento económico, sustentabilidad y riesgo

El desarrollo económico y social de los países ha estado hasta ahora estrechamente vinculado a la utilización y la transformación de la energía. Pero los procesos modernos de utilización de la energía tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana, impactos que pueden ser de alcance local o global, y tener consecuencias a corto o a largo plazo. Estos impactos serán distintos en función de las tecnologías y combustibles utilizados para la producción o el consumo de energía.

Por lo que uno de los objetivos estratégicos con respecto al desarrollo sustentable de la energía gira en torno al medio ambiente. Esta creciente preocupación se está traduciendo en acciones con las que se pretende prevenir, afrontar, controlar y revertir los problemas derivados del calentamiento global y la degradación de los sistemas naturales.

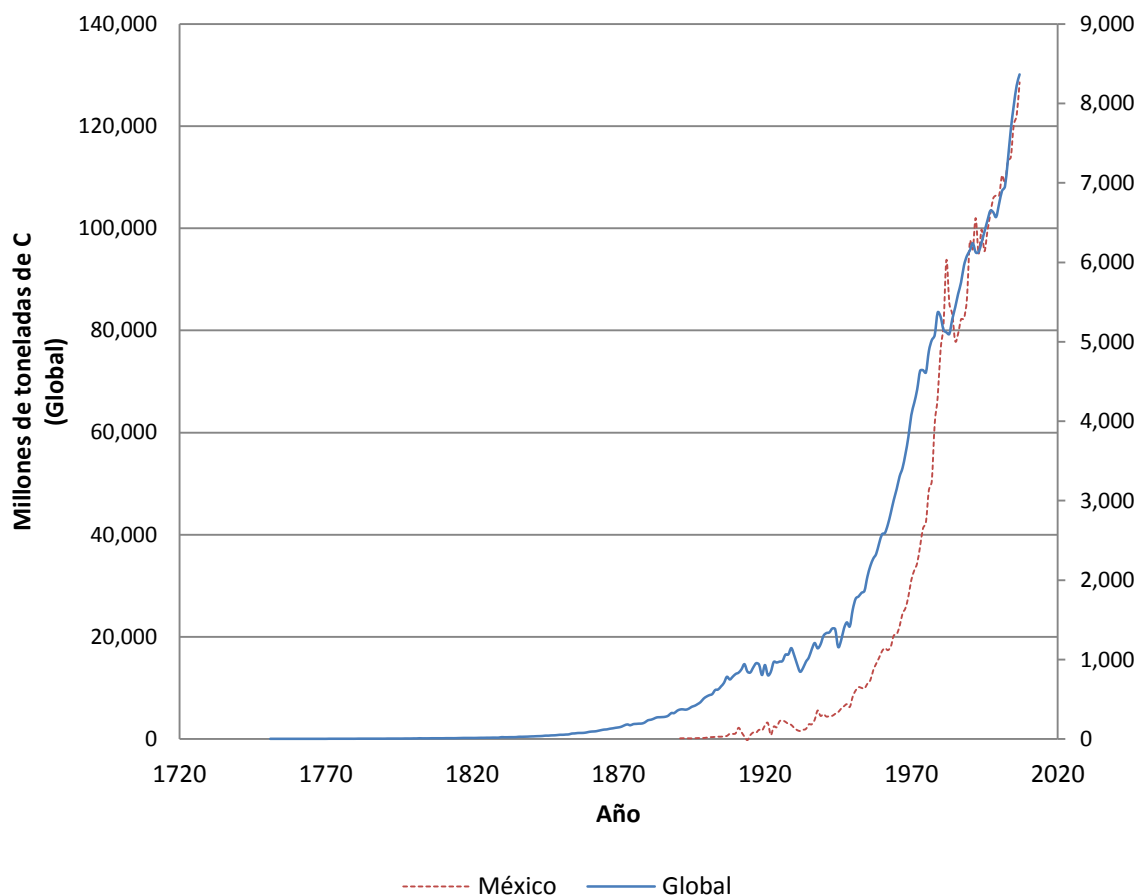
Para ello es necesario racionalizar las pautas de producción y consumo energético, definir nuevos enfoques en materia de movilidad y concebir nuevos métodos de gestión de los recursos naturales, basados en una mejor comprensión y capacidad de predicción de los impactos y repercusiones que ejercen en el entorno, especialmente a escala global.

Las acciones políticas y de investigación que se están desarrollando para contener este problema de impacto global tratan sobre el desarrollo de sistemas energéticos sustentables, la gestión de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) provocadas por los combustibles fósiles y la gestión de los residuos derivados de la energía nuclear.

Para hablar de sistemas energéticos sustentables se debe acotar el impacto global provocado por los combustibles los cuales emiten gases de CO₂ y contar con un manejo de los residuos derivados de la energía nuclear.

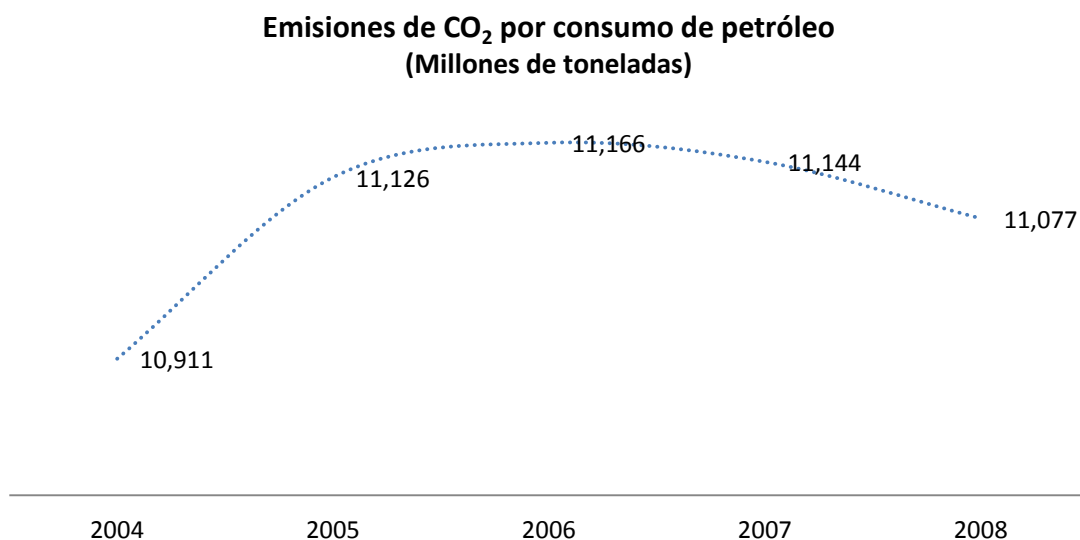
Por lo que respecta a los combustibles fósiles, las emisiones de CO₂ afectan de manera directa al calentamiento global del planeta y a la calidad del aire y el agua. Las acciones que limiten las emisiones de gases de efecto invernadero pueden alterar el nivel y composición de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía.

Gráfica 14. Emisión de carbón por combustibles fósiles 1751-2007 (millones de toneladas de Carbono).



Fuente: Elaboración propia con datos de Carbon Dioxide Information Analysis Center.

El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero con más presencia en la atmósfera. Las emisiones de CO₂ causadas por el hombre se producen principalmente a consecuencia de la combustión de los combustibles fósiles. El debate sobre el cambio climático ya ha comenzado con el objetivo de paliar las consecuencias de un panorama poco alentador.

Gráfica 15. Emisiones de CO₂ por consumo de petróleo (Millones de toneladas)

Fuente: Elaboración propia con datos de Carbon Dioxide Information Analysis Center.

En 2009, las emisiones de CO₂ provocadas por los combustibles fósiles (8,076 millones de toneladas de carbón) disminuyeron un 1.35 por ciento, comparada con un incremento de 1.78 por ciento en el 2008, como resultado de la recesión severa que se sufrió a nivel mundial.

Evidentemente, no todas las regiones y países contribuyen de la misma manera en estas emisiones. Los países que presentan mayores emisiones de carbono en millones de toneladas producidas por los diferentes combustibles fósiles en el 2007 fueron: República de China (1,780), Estados Unidos (1,592), India (440), Federación Rusa (419), Japón (342), Alemania (214), Canadá (152), Reino Unido (147), Corea del Sur (137), Irán (135), México (129).

Entre los países desarrollados, Estados Unidos es el que produce mayor cantidad de emisiones de CO₂ provenientes de los combustibles fósiles, con el 17.89% del total mundial (en 2009), si bien en los últimos años está siguiendo una tendencia descendente. En los países de la OCDE, de 1973 a 2008 redujeron su porcentaje de participación global de emisiones de CO₂ de 65.8 por ciento a 43 por ciento, aunque en este período

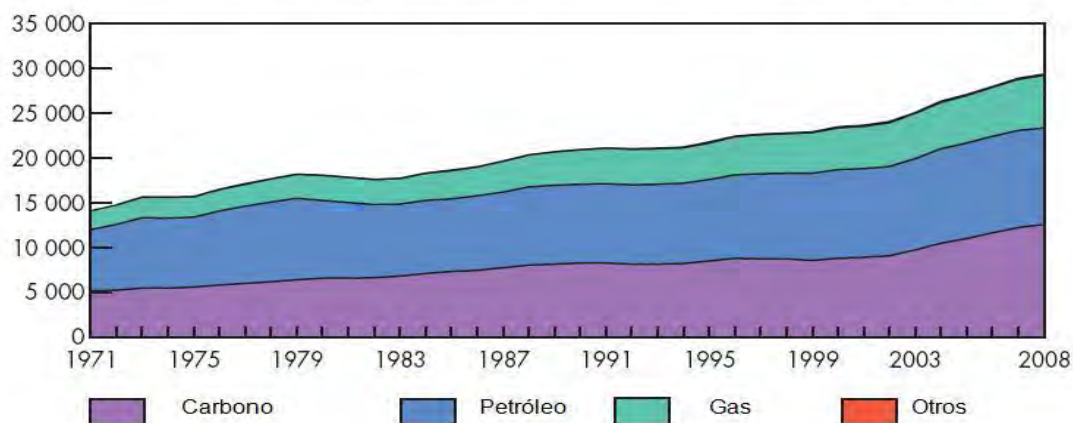
incrementaron sus emisiones en 2,340 millones de toneladas de carbono. Países como Francia (1.3% del total mundial de emisiones de CO₂) y Canadá (1.7% del total mundial de emisiones de CO₂), en concreto, producen reducidas cantidades de CO₂ derivadas del carbón gracias a que la mayor parte de su suministro eléctrico proviene de la energía nuclear e hidráulica, respectivamente.

Dentro de los países en vías de desarrollo, China aumentó sus emisiones y representa el 25.42% de emisiones de CO₂ como resultado de su rápido crecimiento económico. En la India (5.24), la tendencia es similar, pero a menor escala.

El carbón es el combustible fósil que más emisiones de CO₂ produce para una misma unidad energética (millones de toneladas equivalentes de petróleo); sin embargo, la mayor producción de petróleo hace que la cantidad de CO₂ emitida por este combustible sea prácticamente igual a la emitida por la combustión de carbón.

Gráfica 16. Emisiones de CO₂ por tipo de combustible.

Emisiones de CO₂ por tipo de combustible, evolución de 1971 a 2008 (millones de toneladas de Carbono)



Fuente: Elaboración propia con datos de Key World Energy Statistics, International Energy Agency

La combustión de combustibles fósiles aporta prácticamente la totalidad de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía; tan sólo el 0.4% del total es emitido por otros motivos

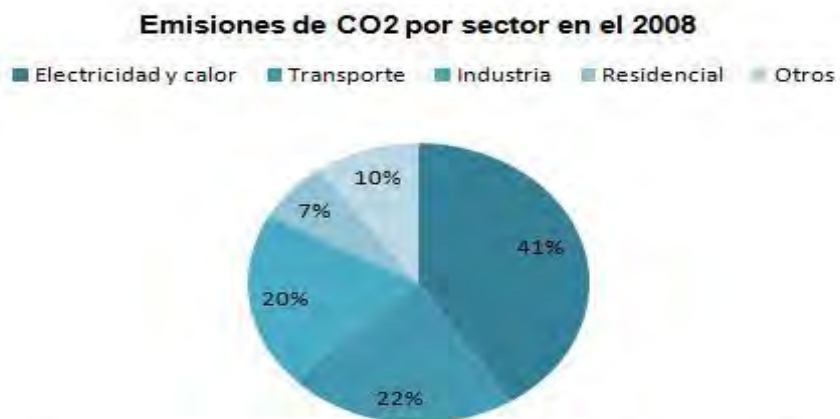
Gráfica 17. Porcentaje de emisiones de CO₂ por tipo de combustible, 1973, 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos de Key World Energy Statistics, International Energy Agency

Si se centra en los sectores que más CO₂ emiten a la atmósfera, después de la generación eléctrica destaca el transporte, ya que es el principal consumidor de combustibles fósiles. Entre estos dos sectores representan las 2/3 partes de emisiones globales en el 2008.

Gráfica 18. Emisiones de CO₂ por sector en el 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos de Key World Energy Statistics, International Energy Agency

Nota: Otros incluye servicios públicos/comerciales, agricultura/bosques, pesca, industrias de energía que no se incluyen en electricidad y calor.

Precisamente en este sector, el transporte deben existir medidas que se deben adoptar para conseguir una reducción de las emisiones de CO₂ parecen más complicadas. La

entrada de tecnologías que se desarrollan para reducir las emisiones necesita tiempo hasta su generalización. Suelen pasar 13 años para lograr un 50% de penetración y 24 para llegar al 95%. Habría modos de acelerar el proceso, como imponer estándares de implementación para que los vehículos con la nueva tecnología entren antes en circulación, pero estas medidas únicamente lograrían reducir tres años la tasa de penetración.

Otras medidas complementarias que incentiven el cambio (como ventajas fiscales o la mezcla de combustibles alternativos de origen vegetal con combustibles convencionales) también podrían ayudar a solventar el problema. Sin embargo, es necesario un impulso de los gobiernos hacia estas tendencias, ya que el petróleo sigue siendo el combustible más barato a pesar de sus altas emisiones de CO₂.

Una mejora del uso eficiente de la energía provocaría un mayor descenso de CO₂ que otras medidas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Además, los expertos consideran que una mayor inclinación hacia la energía nuclear podría ser una medida efectiva para reducir las emisiones de CO₂ en los países desarrollados.

CAPITULO II. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO PETROLERO EN MÉXICO

Las tendencias recientes de la producción y las reservas de petróleo en México no ofrecen vaticinios optimistas en la actual coyuntura de México que se caracteriza por múltiples discontinuidades, puntos de inflexión y desequilibrios que plantean retos fundamentales a la conducción de esta industria. Quizá el más importante sea el sostenimiento de los niveles de producción primaria a mediano plazo. En esta coyuntura crítica se necesita comprender mejor el proceso de agotamiento de la acumulación de reservas probadas y profundizar en el análisis de los problemas de crecimiento económico que este entraña.

En este capítulo se trata de la vinculación entre petróleo y crecimiento económico en México que es una cuestión importante por razones tanto estructurales como coyunturales. El país es un importante productor y exportador de petróleo crudo, cuyos precios hoy en día se han incrementado sin que México tenga un mejor desempeño económico.

Otro tema que trata el presente capítulo es la forma en que el petróleo afecta a la macroeconomía a través de las finanzas públicas y el déficit público, o con mayor precisión, los requerimientos financieros del sector público el cual depende de la venta de hidrocarburos como fuente de financiamiento, y que desde hace aproximadamente dos décadas los ingresos petroleros han representado, en promedio, una tercera parte de los recursos del sector público.

2.1 Tendencias históricas del crecimiento y el papel del petróleo en México

La importancia del petróleo en el crecimiento económico, se puede establecer en base al Plan de Desarrollo de México (2006-2012) que establece textualmente en su objetivo 15 lo siguiente:

“Asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores.”

El crecimiento económico exige, forzosamente, la disponibilidad de recursos para la producción material, reproducción y ampliación de las capacidades físicas de producción. Uno de estos recursos fundamentales para el crecimiento económico viene a ser las fuentes de energía primaria y el componente principal para nuestra economía es el petróleo que contribuye con más del 90% de la energía primaria que se consume en el país, como se estableció en el capítulo anterior.

El estudio de la vinculación entre el ingreso por renta petrolera⁸ y el crecimiento económico en México es una cuestión importante por razones tanto estructurales como coyunturales. El período que se analiza abarca el principio de los años ochenta a la fecha y el uso de la renta por el Estado. El período seleccionado marca la entrada de la producción del campo petrolero Cantarell y con ella la introducción de las exportaciones como el criterio rector para definir cuánto petróleo producir y qué proporción exportar. En este período se usa el petróleo como mecanismo anticíclico y se inician los cambios en la política energética y en medio de esta ola de cambios, se intensifica la extracción de la renta petrolera a PEMEX y la reducción de los ingresos fiscales tributarios directos.

⁸ Se entiende como renta petrolera a la diferencia entre el valor de los hidrocarburos extraídos del subsuelo a precios de venta en el mercado internacional, menos los costos de extracción o, dicho de manera más sencilla, es los ingresos menos los costos, de tal manera que la renta petrolera es lo que queda para repartir.

Desde la década de los 80's, el sector de hidrocarburos fue ganando una creciente participación en la estructura económica de nuestro país, por lo que hasta la fecha se le considera como el eje de nuestro crecimiento económico, a tal grado que se discute los efectos de tener una excesiva dependencia del petróleo (economía petrolizada), por lo que ha sido tema recurrente la preocupación de entender los efectos económicos de esta participación.

Las consecuencias del ingreso petrolero en el crecimiento de la economía mexicana se pueden reducir a tres conjuntos de relaciones:

- Las que se producen directamente en la economía mexicana por las mayores exportaciones, ingresos, gasto público e inversión;
- Los efectos, por lo general negativos, que se producen por los mayores precios del crudo en las economías importadoras netas de hidrocarburos con las cuales se tienen intercambios comerciales (fundamentalmente países a los cuales México orienta las exportaciones de bienes y servicios), como Estados Unidos, y
- La transmisión de los efectos mencionados en la economía estadounidense a la mexicana como resultado de esas modificaciones en las cotizaciones del crudo.

En la primera causa, es obvio que los precios más elevados del petróleo generan más exportaciones, mayores ingresos para el gobierno federal que hacen posible un mayor consumo e inversión pública y a su vez mayor demanda agregada y producto si hay capacidad instalada ociosa. A principios del decenio de los ochenta, en el gobierno de López Portillo, se habló de cómo administrar la abundancia y la manera de utilizar los excedentes petroleros para promover el desarrollo. La relación entre las variaciones en los precios del crudo y el crecimiento económico, que en un inicio se consideraba directa y positiva, ahora se advierte menos vigorosa y que incluso puede asumir valores negativos.

En cuanto a la tercera causa, se dispone de estudios sobre las vinculaciones entre el desempeño de la economía estadounidense y la mexicana, que establecen una alta sincronización de manera agregada, de las zonas fronterizas y de las dos industrias manufactureras en materia de producción, empleo, remuneraciones y productividad tanto

a corto como mediano plazos, la cual se ha acentuado con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

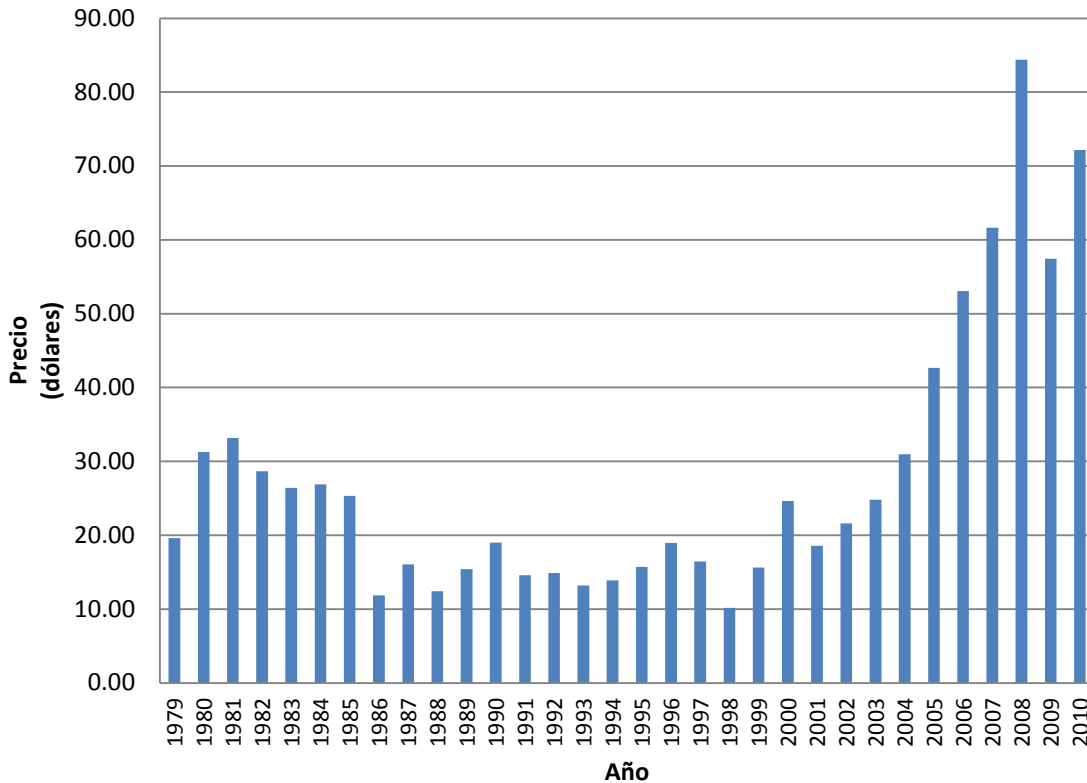
La segunda causa resulta más compleja y discutible, pues de ella se infiere que los choques de precios petroleros han sido responsables de recesiones, periodos de excesiva inflación, reducida productividad y bajo crecimiento económico en Estados Unidos. Las recesiones que comenzaron en noviembre de 1973, enero de 1980 y julio de 1990 se asocian a incrementos en los precios reales de los hidrocarburos, pero las que comenzaron en julio de 1981 y marzo de 2001 ocurrieron en momentos en que el precio real del petróleo declinaba. Asimismo, se atribuye a los incrementos de los precios de los años setenta el bajo crecimiento en la productividad de los factores de la producción observado en 1974-1985, mientras que las evidencias no son del todo concluyentes en cuanto a su efecto en la inflación.

En el período que abarca de 1980 a 2011, la renta petrolera promedia el 6.9% del PIB, y en los últimos 10 años el promedio ha sido de 7.2%.

En 1980, el PIB petrolero representaba el 3.7 por ciento del PIB total, pero para 1983 este porcentaje llegó a 11.3 por ciento provocado de que la producción de crudo entre 1980 y 1983 aumentó alrededor de 37 por ciento, a una tasa anual de promedio de 11.76 por ciento. Es claro que esta importante expansión petrolera se reflejó de manera sustancial en el PIB nacional.

La creciente disponibilidad de reservas de hidrocarburos en 1983, permitió mejorar el acceso de nuestro país a los mercados internacionales de capital, relajando una restricción en el financiamiento externo a nuestro crecimiento, de tal forma que en 1983 la deuda externa representaba el 26.5 por ciento del PIB. Esta política de crecimiento basada en el sobreendeudamiento favoreció la expansión en el gasto e inversión pública y condujo a altas tasas de crecimiento que fue de 6% anual, pero este crecimiento se revirtió por el aumento en las tasas internacionales de interés y una reducción en el precio del petróleo que terminaron en una crisis, que mantuvieron por una década comprimida la economía.

Gráfica 19. Precio en dólares de la mezcla mexicana de aceite crudo de exportación, período 1979-2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de Memoria de Labores de Pemex de 1979-2009 e Informes Anuales 2009 y 2010.

Entre 1983 y 1988 el crecimiento real fue prácticamente de cero por ciento (0.1 por ciento). Y con una deuda externa contraída en la expansión petrolera que llegó a representar 50 por ciento del PIB en este período y que dio como resultado un crecimiento limitado, ya que la economía dejó de estar soportada por el precio del petróleo y al mismo tiempo México perdió su acceso a los mercados internacionales de capital. Y al mismo tiempo se presentó una inflación promedio que superó el 86 por ciento en este período.

La magnitud del desplome del petróleo de exportación en 1986 redujo en ese año la participación de los impuestos petroleros a 37% del total de los ingresos ordinarios del gobierno federal. Dicha captación hubiese sido inferior si el gobierno no hubiera aplicado

incrementos extraordinarios al impuesto sobre petrolíferos comercializados en el mercado interno para recuperar la caída de la renta petrolera externa. No obstante este mecanismo, la severa caída del valor de las exportaciones petroleras que se mantuvieron en promedio en 6,800 millones de dólares entre 1987 y 1995, se tradujo en una declinación de la participación de los impuestos petroleros en los ingresos ordinarios del gobierno federal, al significar una cuarta parte durante la primera mitad de los noventa.

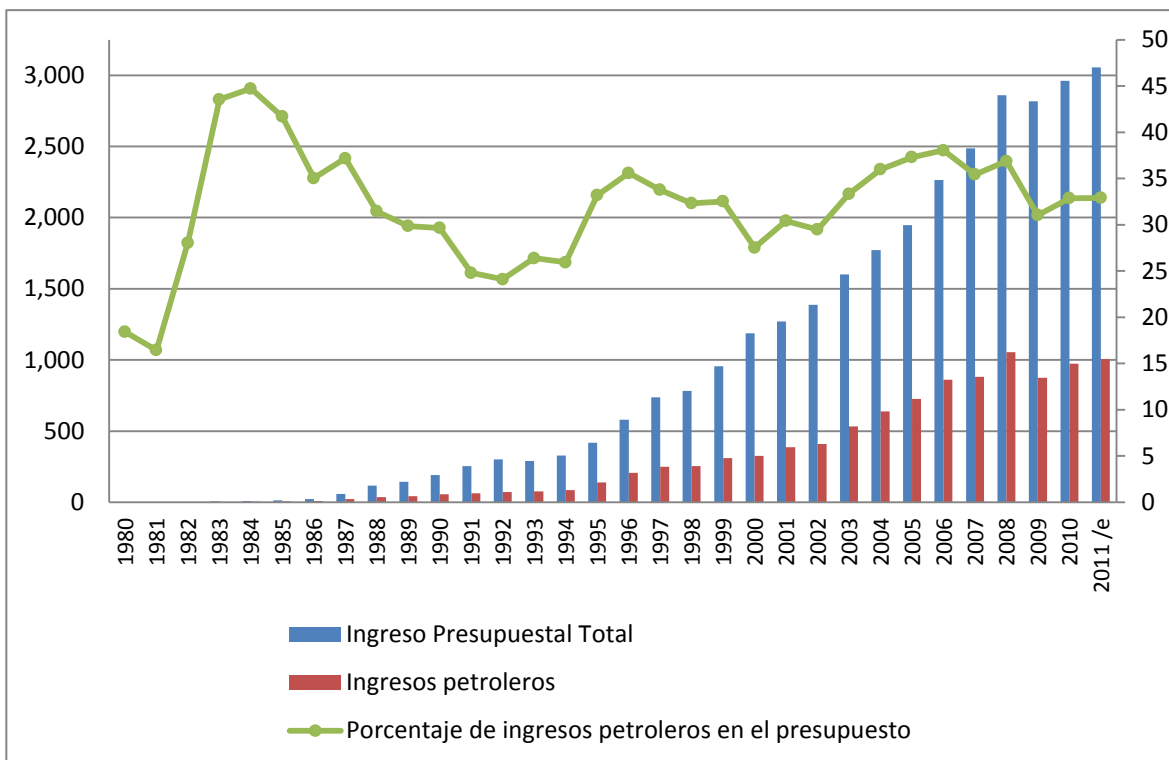
Todavía en 1998 se registro una caída adicional del precio promedio del petróleo mexicano de exportación al ubicarse en 10.17 dólares el barril (un año antes se cotizaba en 16.46 dólares), lo cual situó a las ventas externas en 28 por ciento de los ingresos de ventas totales, es decir, la tercera parte de lo que llegaron a representar en 1982.

La respuesta a la crisis petrolera los gobiernos de Miguel de la Madrid y Carlos Salinas de Gortari emprendieron medidas que se tradujeron en una caída de la participación del gasto público en el PIB al pasar de 28% en 1981 a 18% en 1994 y 17% en el año 2000. Por su parte, la inversión pública que representaba el 12% del PIB en 1981 se reducía a 3% en el 2000.

A partir del 2002, inició una recuperación importante de los ingresos petroleros y por tanto, de los impuestos correspondientes. El precio de la mezcla mexicana de petróleo aumentó de 18.57 dólares en el 2001 a 53.04 dólares en 2006 y actualmente de 96.73 dólares.

Se puede resumir que en el período los recursos petroleros en el año de 1984 representaron el 44.7 por ciento de los ingresos del sector público, y en los últimos once años han representado en promedio el 33.3% de los ingresos del sector público, con lo que la dependencia aunque menor hacia el petróleo aún continua.

Gráfica 20. Ingresos presupuestales y petroleros 1980-2011 en miles de millones de pesos corrientes.



Fuente: Elaboración propia con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, con base en datos de Cuenta de la Hacienda Pública Federal 1981-2009

Y estos ingresos han representado un PIB petrolero en el rango de 6 a 8 por ciento en los últimos diez años.

Tabla 8. Ingresos Petroleros 2000-2011

(miles de millones de pesos corrientes)

	Total	Petrolero	Porcentaje
2000	1,187.70	326.9	27.5
2001	1,271.40	386.6	30.4
2002	1,388.20	409.2	29.5

2003	1,600.30	533.4	33.3
2004	1,771.30	637.4	36
2005	1,947.80	726.5	37.3
2006	2,263.10	860.8	38
2007	2,485.60	880.5	35.4
2008	2,860.90	1,054.60	36.9
2009	2,817.20	874.2	31
2010	2,960.20	973	32.9
2011 /e	3,055.30	1,005.20	32.9
Fuente: Elaboración propia con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, con base en datos de Cuenta de la Hacienda Pública Federal 1981-2009, Resultados Generales y Ley de Ingresos 2010 y 2011, SHCP.			

Finalmente se debe citar al Fideicomiso para la Infraestructura en los Estados (FIES) que se creó en 2003, mediante una aportación inicial de un millón de pesos, con el objetivo de transferir recursos petroleros adicionales a las entidades federativas. De acuerdo a los lineamientos para la solicitud y pago de recursos, las entidades deberán destinar estos recursos exclusivamente a gasto en proyectos de inversión en infraestructura y su equipamiento. Adicionalmente, señala que se podrán incluir gastos indirectos por concepto de realización de estudios, elaboración y evaluación de proyectos, supervisión y control de dichas obras. Desde su creación y hasta la fecha, los estados han obtenido en total 59,378.82 millones de pesos a través del FIES.

Es importante aclarar que la mayor parte de los recursos del FIES se han destinado a infraestructura básica —alcantarillado, carreteras, electrificación—; sin embargo, aún

resta regular y etiquetar este gasto. Es importante incorporar mecanismos que garanticen que los recursos se utilicen en inversiones primordiales para las regiones. Los recursos petroleros deben ser utilizados en políticas públicas de largo plazo que tengan un impacto económico.

2.2 Participación de PEMEX en los ingresos presupuestarios del gobierno

México es un país que depende en gran medida de la exploración, explotación y venta de hidrocarburos como fuente de financiamiento. De hecho, desde hace aproximadamente dos décadas los ingresos petroleros han representado, en promedio parte importante de los recursos del sector público.

Desde inicios de los ochenta, los ingresos petroleros han sido la piedra angular de la recaudación fiscal en México. En los últimos diez años han representado una tercera parte de los ingresos públicos y son mayores que los ingresos recaudados por concepto de IVA o ISR por sí solos. Los ingresos petroleros alcanzarían para financiar tres veces el presupuesto de las Secretarías de Salud, de Educación y de Desarrollo Social. En 2010 los recursos petroleros representaron 32.9 por ciento de los ingresos totales del Sector Público, incluyendo los ingresos de organismos y empresas paraestatales.

Como se puede apreciar en la gráfica 20, los ingresos petroleros han aportado a lo largo de los años aproximadamente un tercio de las finanzas públicas. En términos de la empresa, esto ha significado la entrega al fisco de alrededor de dos tercios de sus ingresos.

En la gráfica 20 se puede analizar los años 1998 y 2009. En 1998 por motivos de la caída de los precios del petróleo a niveles inferiores a diez dólares se convirtió en una baja recaudación fiscal mientras que los ingresos brutos de PEMEX sufrieron una reducción de 20 por ciento respecto a los del año anterior. Con sus gastos de operación registrando un aumento de casi 10 por ciento, los impuestos pagados por PEMEX cayeron 30 por ciento

en relación con los de 1997. Una de las consecuencias de este año obligó a nuestras autoridades a reducir el gasto público en tres ocasiones, afectando importantes programas, en particular en infraestructura.

La recuperación en el precio del petróleo ocurriría hasta 1999, gracias al acuerdo para reducir la producción entre Arabia Saudita y otros miembros de la OPEP, en la que México participó activamente. Los ingresos de PEMEX durante este año fueron superiores 15 por ciento respecto a 1998, pero la recuperación en los ingresos petroleros fue apenas cercana al 10 por ciento, debido al incremento constante en los gastos de operación. En 2000, se pasó de súbito a un escenario de precios altos, lo que propició que PEMEX percibiera ingresos superiores en 60 por ciento respecto al año anterior y que los impuestos pagados por esta compañía crecieran en más de 100 por ciento, debido sobre todo a los ingresos excedentes por una estimación conservadora del precio del petróleo. Estos ingresos excedentes son los que permitieron financiar el Fondo de Estabilización de los Ingresos Petroleros, que había sido una exigencia de la oposición desde 1999, cuando se empezaron a escudriñar los detalles de los recortes y ajustes realizados por el Ejecutivo durante 1998.

Y para el 2009 debido a la recesión global de la economía, los ingresos petroleros disminuyeron 180 mil millones con respecto al 2008 y se obtuvieron ingresos similares para el período 2008-2011.

En resumen, tras la crisis de los ochenta, PEMEX adquirió otra función, no siempre reconocida, la de servir como sostén del sistema tributario, permitiéndole al gobierno evitar una reforma en el régimen impositivo que reduciría el apoyo popular y la legitimidad gubernamental. Sin embargo, en un significativo abandono de la tradición, los objetivos de PEMEX fueron oficialmente redefinidos en 1995. Ese año, el Reporte Anual de la compañía afirmó por primera vez en su historia que su objetivo es "la maximización en el largo plazo del valor económico de los recursos de la Nación". Por lo que es interés de esta tesis poner especial atención en las obligaciones fiscales de PEMEX, mismas que imponen cargas más allá del propósito evidente de recaudar ingresos para el Estado mexicano.

La dependencia de las finanzas públicas en los recursos petroleros tiene al menos dos impactos:

- La dependencia del presupuesto público de los ingresos provenientes de la actividad petrolera. Estas transferencias constituyen alrededor de un tercio del total del presupuesto del sector público, permitiendo la existencia de un sistema impositivo ineficaz y en gran medida inequitativo.
- La volatilidad en los ingresos petroleros. Por ejemplo, la caída de los precios del petróleo en 1998 tuvo repercusiones importantes: se realizaron recortes al gasto por 17,600 millones de pesos, y se afectó severamente el gasto en infraestructura pública de carácter social. En 2001, el optimismo en las expectativas del precio del petróleo resultó en recortes por más de 20 mil millones de pesos, mientras que los recursos excedentes en 2000 se tradujeron en reasignaciones por alrededor de 75 mil millones de pesos. La volatilidad genera además un incentivo para tener una política fiscal pro-cíclica: se incrementa el gasto cuando los ingresos son altos; pero cuando los ingresos caen, el gasto también se reduce, profundizando las recesiones y creando problemas de endeudamiento. El petróleo es un recurso agotable no renovable y que adicionalmente es un "commodity" cuyo precio en el mercado internacional está expuesto a una alta volatilidad. En consecuencia, estamos frente a un flujo de ingresos incierto y altamente volátil, lo cual tiene importantes impactos en el comportamiento de las finanzas públicas e incide sobre otras variables macroeconómicas relevantes, afectando finalmente los niveles de bienestar de la sociedad. Estas implicaciones fiscales están ampliamente discutidas en Davis, et. al.(2001).

Y el principal problema derivado de la dependencia respecto a los ingresos provenientes de la venta, explotación y producción de petróleo se deba a que el mercado petrolero es sumamente volátil y, por lo tanto, poco predecible. Por esta razón ha sido difícil estimar los ingresos gubernamentales futuros y calcular de manera precisa la disponibilidad de recursos para el presupuesto.

Para conocer las aportaciones de PEMEX al presupuesto público se debe tratar el régimen fiscal, que en el sentido amplio implica tomar en cuenta tanto los ingresos, el

gasto, el endeudamiento, la contabilidad y la distribución de recursos entre el Gobierno Federal y la entidad paraestatal, así como entre el orden federal, estatal y municipal.

El régimen fiscal de los hidrocarburos está contenido en la Ley Federal de Derechos, la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS), la Ley de Ingresos de la Federación (LIF) de cada año fiscal, la Ley General de Deuda Pública, la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, la Ley de Coordinación Fiscal, y el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación.

Petróleos Mexicanos está sujeto a leyes especiales de impuestos, las cuales se basan principalmente en la producción, proyección de precios e ingresos por venta de petróleo y productos refinados. El IEPS a cargo de los clientes es un impuesto sobre las ventas locales de gasolina y diesel. Las tasas aplicables dependen, entre otros factores, del producto, del precio productor, de los fletes, de las comisiones y de la región en que se vende cada producto. Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios no son sujetos al Impuesto sobre la Renta ni al Impuesto Empresarial a Tasa Única.

El marco jurídico de Petróleos Mexicanos en materia fiscal está constituido por la Ley Federal de Derechos (LFD), y por la Ley de Ingresos de la Federación (LIF).

- La primera ley considera en el apartado de hidrocarburos el esquema de contribuciones de Pemex-Exploración y Producción modificado en tres ocasiones a partir de 2005, con el fin de otorgar a Petróleos Mexicanos un tratamiento fiscal diferenciado acorde con las características geológicas de los yacimientos (campos en el Paleocanal de Chicontepec y campos en aguas profundas).
- La segunda ley se actualiza cada año, y cuenta con un apartado de obligaciones de Petróleos Mexicanos para el pago de contribuciones, productos y aprovechamientos.

Entre las expresiones más contundentes y concretas del dominio directo de la Nación sobre sus hidrocarburos, se encuentra el régimen fiscal. De hecho es el que otras naciones utilizan para controlar que la inversión privada entregue la renta económica al erario. Todo régimen fiscal de hidrocarburos que se respete busca apropiarse a favor de la

Nación la renta económica del petróleo. Esa es la finalidad de la Ley Federal de Derechos, aproximando y asegurando la renta petrolera a favor de la Nación. Como lo indica esta misma Ley, el derecho sobre el hidrocarburo corresponde al pago por el uso o aprovechamiento de un bien de dominio directo de la Nación⁹.

El Congreso de la Unión y el Ejecutivo Federal han transformado el régimen fiscal de los hidrocarburos introduciéndole flexibilidad e incentivos y una tendencia a la simplificación, definiendo para ello seis derechos: el ordinario sobre hidrocarburos

- Derecho ordinario sobre hidrocarburos
- Derecho de la investigación científica y tecnológica en materia de energía
- Derecho del fondo de estabilización.
- Derecho de fiscalización.
- Derecho extraordinario sobre la exportación de crudo.
- Derecho adicional (vigente hasta el 2007).
- Derecho de promoción. De producción de campos abandonados y en proceso de abandono (vigente desde el 2008).

Además de estos gravámenes, PEMEX está sujeto al impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS) que se aplica a los combustibles automotrices y que no es un ingreso petrolero como tampoco es un ingreso de PEMEX sino una contribución que hacemos los consumidores de gasolina y diesel, forma también parte del régimen fiscal de los hidrocarburos., al impuesto de valor agregado, a la importación, exportación y a otros derechos y obligaciones.

La Ley de Ingresos de la Federación define cada año las obligaciones fiscales de PEMEX. Las contribuciones de esta compañía a la Tesorería incluyen el pago de derechos sobre la

⁹ Artículo 1o.- Los derechos que establece esta Ley, se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados y en este último caso, cuando se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en esta Ley. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado.

extracción del petróleo e impuestos sobre sus rendimientos, así como los aprovechamientos por rendimientos excedentes y los ingresos propios que superan el presupuesto asignado a PEMEX en cada ejercicio fiscal. Los derechos están diseñados para que el propietario capture la renta petrolera, mientras los impuestos se cobran sobre el ingreso, es decir las ganancias derivadas de actividades productivas, o sobre el consumo, incidiendo sobre el precio final a los consumidores. El régimen fiscal es importante porque es mediante este mecanismo que el sistema de propiedad cobra sentido.

En la siguiente tabla se presentan los ingresos petroleros del Presupuesto Público, para el período de los últimos tres años.

Tabla 9. Resumen de Ingresos Petroleros del Sector Público Presupuestario, 2009-2011

Concepto	2009	2010 e/	2011 e/
Petroleros	615,438.5	617,510.5	653,288.7
Gobierno Federal	346,531.6	374,247.0	402,087.9
IEPS 1/	2,255.1	-8,256.5	-6,259.7
Impuestos a los Rendimientos Petroleros	648.1	1,638.8	975.8
Derechos	343,628.4	380,864.7	407,371.9
Extracción		2,067.5	1,576.7
Extraordinario			
Adicional			

Derecho ordinario sobre hidrocarburos	297,619.7	321,099.4	349,455.8
Derecho sobre hidrocarburos para el fondo de estabilización	44,944.3	48,441.9	49,694.9
Derecho extraordinario sobre exportación de petróleo crudo	-391.8	0.0	-60.4
Derecho para el Fondo de inv.cien.y tecnol. en materia de energía	1,440.1	2,173.9	2,724.5
Derecho para la fiscalización petrolera	16.1	17.3	17.2
Derecho adicional	0.0	0.0	0.0
Derecho único sobre hidrocarburos	0.0	2,059.6	1,737.1
Derecho especial s/hidrocarburos p/Campos en el Paleocanal Chicontepec	0.0	5,005.0	2,226.1
Aprovechamientos s/ Rend. Excedentes	0.0	0.0	0.0
Otros no Comprendidos	0.0	0.0	0.0
PEMEX	268,906.9	243,263.5	251,200.8

e/ Cifras estimadas presentadas en la Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2010 y 2011, respectivamente.

1/ Incluye el impuesto a las gasolinas de acuerdo al artículo 2o. Fracción I y II, incluido en la Ley de Ingresos 2008.

2.3 Declinación en México de sus reservas probadas de petróleo

Un elemento fundamental para el desarrollo de la presente tesis, es el de tratar el tema del agotamiento del petróleo en México. Diversas instituciones y analistas han expresado temores, o formulado proyecciones, sobre una profundización de la caída de la

producción petrolera de México, con impactos inmediatos en los ingresos gubernamentales y consecuentemente en los programas del Presupuesto de egresos de la Federación lo cual implica importantes consecuencias en el crecimiento económico el cual depende en gran medida del petróleo, especialmente para los sectores del transporte, de la agricultura y de la industria química entre otras áreas productivas.

Para dilucidar la posibilidad de sostener la capacidad de producción actual y luego durante un período posterior tan prolongado como sea posible ante la declinación principalmente del yacimiento Cantarell en el cual se ha sustentado la producción nacional por largos años. La declinación de las reservas petroleras en México incide factores como la política de extracción, la restitución de reservas, los trabajos de exploración, reaprovechamiento de los campos viejos y el desarrollo de los nuevos campos petrolíferos.

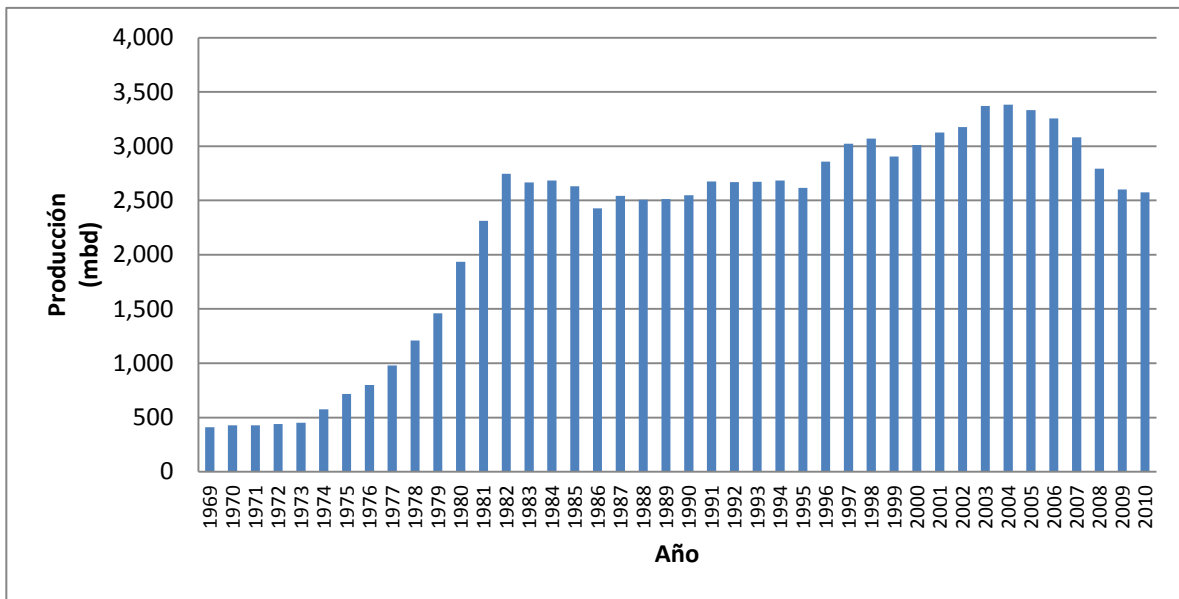
En los años 2000 a 2010 se privilegió la intensificación de la producción y extracción en función de la macroeconomía del país, mientras se descuidaba la restitución de reservas y el gasto en exploración y desarrollo. También los esfuerzos se concentraron en mejorar la recuperación de los pozos, más que multiplicar los yacimientos listos para ser explotados. De acuerdo a información de PEMEX, las reservas probadas de petróleo disminuyeron entre 2000 y 2011 en un 41%, en la actualidad (al 1 de enero de 2011) se cuenta con reservas de petróleo de 10,200 millones de barriles, lo que significa que sólo se dispone de reservas probadas de petróleo por un período menor a los diez años, teniendo como base la producción actual de 2.576 millones de barriles por día.

La declinación de las reservas de petróleo se debe a la declinación de producción del súper yacimiento gigante Cantarell y que es uno de los tres mega yacimientos más importantes que se han localizado en el mundo. Cantarell es actualmente el yacimiento petrolero costa fuera (offshore) más grande de nuestro planeta y ha generado más del 60% de la riqueza petrolera de México. Ha aportado desde 1979 hasta el 2010 trece mil millones de barriles de petróleo; el yacimiento se compone de los campos Nihoch, Chac, Akal, Ixtoc y Sihil.

Los primeros barriles de petróleo de Cantarell se produjeron el 23 de junio de 1979, con un promedio de 4 mil 200 barriles diarios. Para diciembre, la producción alcanzaba los 239 mil barriles y creció hasta alcanzar llegando a los 80's a 748 mil barriles por día y el promedio de producción diaria del país creció hasta alcanzar los 2.5 millones de barriles antes de terminar los ochentas; 2.8 millones en los noventas y una producción promedio de 3.1 millones en el período 2000-2010. En el mes de diciembre del 2003, Cantarell alcanzó su pico de producción al promediar 2.21 millones de barriles, es también en ese mes cuando la producción de México alcanzó su nivel más alto de la historia: 3 millones 454 mil barriles diarios.

La situación es particularmente preocupante por la rápida declinación del yacimiento de Cantarell, el cual a partir de su explotación en 1979, México se convirtió en productor y exportador de petróleo, lo que lo ubicó en el panorama mundial como uno de los países relevantes del mundo petrolero.

Gráfica 21. Producción promedio anual de crudo en México.

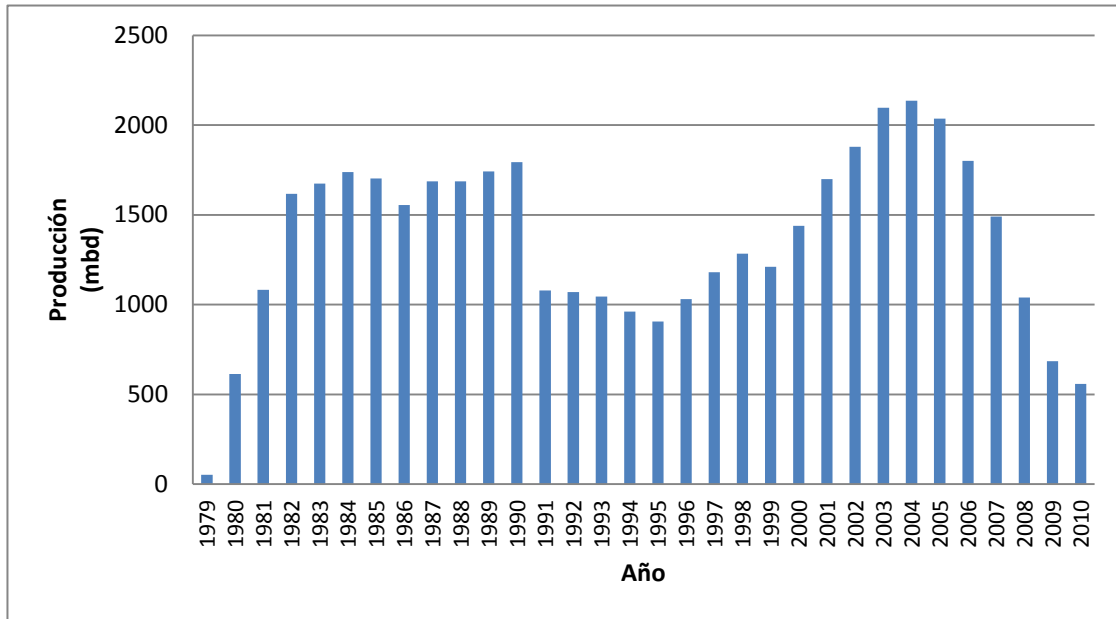


Fuente: Elaboración propia con datos de Memoria de Labores de Pemex de 1979-2009 e Informes Anuales 2009 y 2010.

Cantarell representó el 36.8 por ciento de la producción total de petróleo de los ochentas, el 40.8 por ciento de los noventas y el 50.4 por ciento en el periodo 2000-2010.

En diciembre de 2003, Cantarell alcanzó su pico de producción al promediar 2.21 millones de barriles diarios, el mes en que la producción nacional alcanzó su nivel más alto de la historia: 3.44 millones de barriles diarios y en el 2010 Cantarell alcanzó una producción apenas de 558 mil barriles.

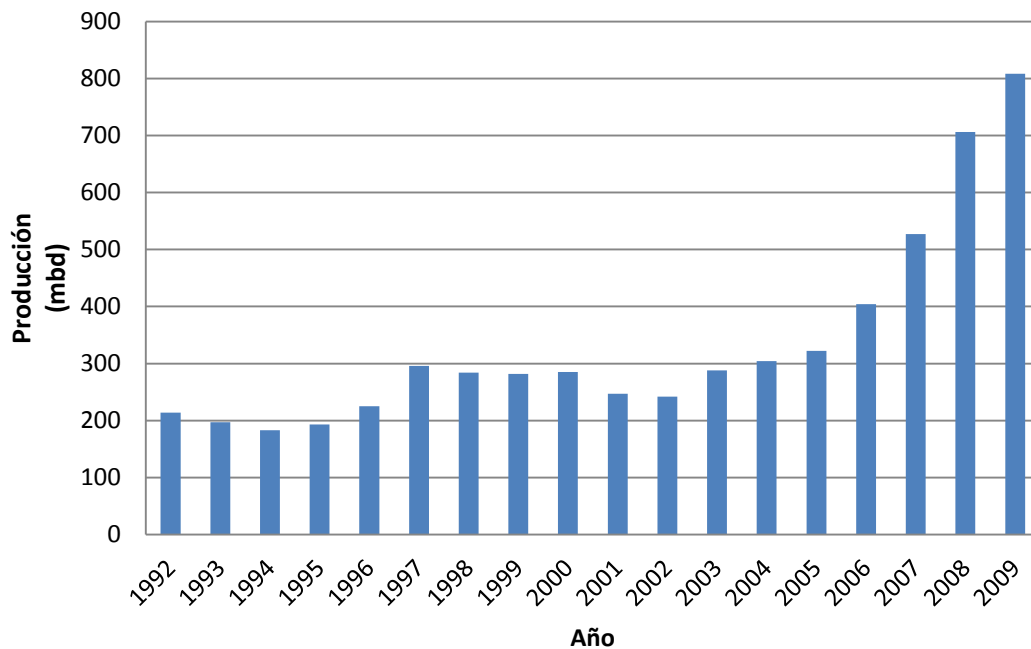
Gráfica 22. Producción promedio anual de crudo en el yacimiento Cantarell.



Fuente: Elaboración propia con datos de Memoria de Labores de Pemex de 1979-2009 e Informes Anuales 2009 y 2010.

La preocupación de la declinación de la producción de Cantarell se suma a la que actualmente no parece existir o no se han identificado otros yacimientos gigantes a explotar. La intensificación de los trabajos de recuperación y los de identificación de nuevos yacimientos tienen como objetivo inmediato compensar el agotamiento de Cantarell a fin de sostener el volumen de producción. Así ocurre con el importante yacimiento de Ku-Maloob-Zaap, que hasta el 2008 fue el segundo complejo petrolero en importancia en el país, en términos de reservas probadas de hidrocarburos y producción de crudo. A partir de 2009, el Activo Ku Maloob Zaap se convirtió en el principal productor de crudo a nivel nacional alcanzando una producción de 808 miles de barriles diarios.

Gráfica 23. Producción promedio anual de crudo en el campo Ku-Maloob-Zaap.



Fuente: Elaboración propia con datos de Memoria de Labores de Pemex de 1979-2009 e Informes Anuales 2009 y 2010.

Ante este panorama, los objetivos actuales de la paraestatal son:

- La restitución de las reservas petroleras con el desarrollo de Chicontepec
- Aprovechamiento de yacimientos de aguas profundas.

Entretanto, ya la extracción de crudo tendió a estancarse y luego a declinar en años recientes. Desde 2002, la producción se situó alrededor de los 3.2 millones de barriles diarios, para reducirse en 600 mil barriles en el 2010, principalmente de crudo pesado.

La producción petrolera de México está en franco proceso de declinación: ha caído en más de 900 mil barriles diario y cerca de las dos terceras partes de las reservas originales ya fueron producidas. La madurez de estas reservas obliga a centrar la discusión en torno al ritmo de disminución de la producción y a la manera de administrar este proceso. Por ahora, nada permite suponer que la producción podrá sostenerse a su nivel actual de 2.5

miles de millones de barriles diarios. Además, debe tenerse presente que será cada vez más difícil y costoso mantener la producción.

Para dar certeza de la declinación de las reservas petroleras de México se debe determinar las reservas, las cuales deben ser tratadas como una aproximación por dos principales razones:

1. Generalmente el volumen del petróleo en el yacimiento, puede nunca ser precisado.
2. En segundo, aún cuando el volumen se conozca, los estimados de producción dependen sobre suposiciones de las tecnologías que se utilizan para la recuperación del petróleo y los niveles de éxito de esas tecnologías.

Una teoría que es ampliamente utilizada entre la comunidad científica y la industria petrolera, es la teoría del pico de Hubbert, también conocida como cenit del petróleo, petróleo pico o agotamiento del petróleo, es una teoría acerca de la tasa de agotamiento a largo plazo del petróleo, así como de otros combustibles fósiles.

El modelo matemático que sustenta esta teoría, predice el nivel de extracción del petróleo a lo largo del tiempo. Según su teoría, la extracción de un pozo cualquiera sigue una curva con un máximo, cenit de producción, en su centro, esto sucedió en el año 2004 para la producción nacional así como la del yacimiento de Cantarell.

Llegados a ese punto cada barril de petróleo se hace, progresivamente, más caro de extraer hasta que la producción deja de ser rentable al necesitarse gastar más cantidad de crudo, que el que se obtiene de extraerlo, es decir cuando se necesita consumir el equivalente a un barril de petróleo, o más para obtener ese mismo barril de crudo del subsuelo.

Hubbert, observó también que, si la curva de producción de un pozo seguía esa simple función gaussiana, la curva de producción de países enteros y, por extensión, la curva mundial seguirían patrones similares.

Tomando la producción pasada de crudo y, salvo que ocurran factores anómalos como una reducción en la demanda como sucedió en la recesión económica de 2008 y 2009, el modelo predice la fecha del punto de máxima producción para un campo petrolífero o, por extensión, para toda una región entera. El máximo de extracción es citado como el pico. Tras el pico la extracción entra en la fase de agotamiento.

El gráfico del ritmo de producción de crudo para un yacimiento individual sigue, como se ha explicado, una configuración de campana: primero, un lento y sostenido período de producción creciente, luego, un incremento acelerado que finaliza en una meseta (el pico) para, finalmente, emprender una empinada cuesta abajo en la producción, llevándola a un declive irreversible.

Otra forma de analizar la declinación del yacimiento Cantarell, PEMEX utilizó las fases empleadas por la Agencia Internacional de Energía (AIE), en su World Energy Outlook de 2008. Sólo se realizaron dos ajustes: la tercera fase de la AIE aquí se subdivide en dos y el perfil evaluado es mensual, en lugar de anual, dada la velocidad de la declinación. Una vez alcanzado el pico, la primera etapa de la declinación corresponde a la de la plataforma de producción, que se refiere al periodo en el que la extracción se mantiene por arriba del 85 por ciento del nivel máximo.

La segunda fase va del fin de la plataforma así definida, hasta que la producción desciende al 50 por ciento de su volumen pico, en el caso de Cantarell sucedió en el 2008. La tercera fase corresponde al periodo en el que la producción cae al 25 por ciento de su nivel máximo y esto sucedió en el 2010 y en la cuarta fase la extracción converge asintóticamente a cero, a tasas de declinación más estables y moderadas.

Ilustración 1. Ciclo de vida de un yacimiento



De la anterior gráfica, se puede decir que la declinación de producción de Cantarell ha sucedido en 2 años, muy por debajo de lo estimado por este modelo que fue calculada la declinación entre 10 y 30 años.

En la actualidad, México abastece la totalidad de la demanda, pero con la llegada del pico del petróleo provocará una escasez de dicho recurso, por lo que México deberá convertirse en un país importador de Petróleo para abastecer todos los productos y servicios que requieran el uso de petróleo y seguramente al transitar en este escenario se disminuirá el nivel de vida de la sociedad mexicana.

Finalmente se debe estimar cuando el país existirá la escasez de este recurso, por lo que es necesario tratar el tema de las reservas petroleras¹⁰, en la práctica común en los países petroleros es proporcionar únicamente el monto de las reservas probadas, actualmente México cuenta al 1 de enero de 2010 a 13,992 millones barriles de petróleo crudo equivalente (MMbpce), de éstas el 74% corresponde a crudo; 10% a condensados y el 16% a gas seco, del total de reservas probadas, 9,626 MMbpce, o 69%, son desarrolladas, es decir, reservas que se espera sean recuperadas de pozos existentes incluyendo las reservas que pueden ser producidas con la infraestructura actual e inversiones moderadas. El 74% de las reservas desarrolladas se ubican en los complejos Cantarell, Ku-Maloob-Zaap y Antonio J. Bermúdez y en los campos Jujo-Tecominoacan, Ixtal, Bolontikú, Caan, May y Chuc.

Las reservas probadas no desarrolladas, es decir, los volúmenes que requieren de pozos e infraestructura adicional para su producción, ascienden a 4,366 MMbpce, o 31% de las reservas probadas. El 57% de estas reservas se concentran en los complejos Ku-Maloob-Zaap, Cantarell y Antonio J. Bermúdez y en los campos Jujo-Tecominoacán, Tsimin, Ayatsil, Kayab y Xux.

Al 1 de enero de 2010 las reservas probadas de crudo se sitúan en 10,420 millones de barriles (MMb), de los que 62% equivalen a crudo pesado, 29% a crudo ligero y 9% a crudo superligero.¹¹

La relación reserva-producción de petróleo crudo equivalente, la cual se define como el cociente que resulta de dividir la reserva remanente al 1 de enero de 2011 entre la producción de 2010, es inferior a 10 años para la reserva probada.

¹⁰ A lo largo de esta tesis, todas las cifras de reservas se refieren a reservas probadas (1P), salvo cuando se indique expresamente otra cosa. Para mayor claridad de los tipos de reserva que cita los documentos de Pemex, se puede consultar glosario de términos petroleros que se encuentran en los anexos de esta tesis.

¹¹ PEMEX clasifica el crudo pesado como aquel cuya densidad es menor o igual a 27 grados API, el crudo ligero como el que tiene una densidad mayor a 27 grados API pero menor o igual a 38 grados API y el crudo superligero aquel con una densidad mayor a 38 grados API.

Para continuar la producción actual de petróleo se debe de reponer las reservas que año con año se consume en el país, lo cual supone un esfuerzo mayúsculo que en la que se debe de pensar no sólo en la cantidad de reservas, sino que también en su facilidad para extraerlas, en toda la historia se han descubierto en nuestro país más de 163 mil millones de barriles de petróleo crudo de reservas probadas, de los cuales sólo se tienen como reserva remanente 10.4 mil millones localizados en yacimientos que se encuentran en franca etapa de declinación

2.4 Reseña histórica del impacto del precio alto del petróleo

La dinámica del mercado mundial petrolero se presenta como un fenómeno complejo en relación al conjunto de determinantes que interactúan por el lado de la demanda como de la oferta. La inestabilidad de los precios observada históricamente ha tenido su origen tanto en factores coyunturales como estructurales.

En este tema se trata la historia de la industria petrolera a nivel mundial desde el período que se presentó el embargo petrolero (1973) hasta nuestros días, pero en particular se enfoca el tratamiento del tema con los eventos que se asocian con los aumentos significativos en el precio del petróleo.

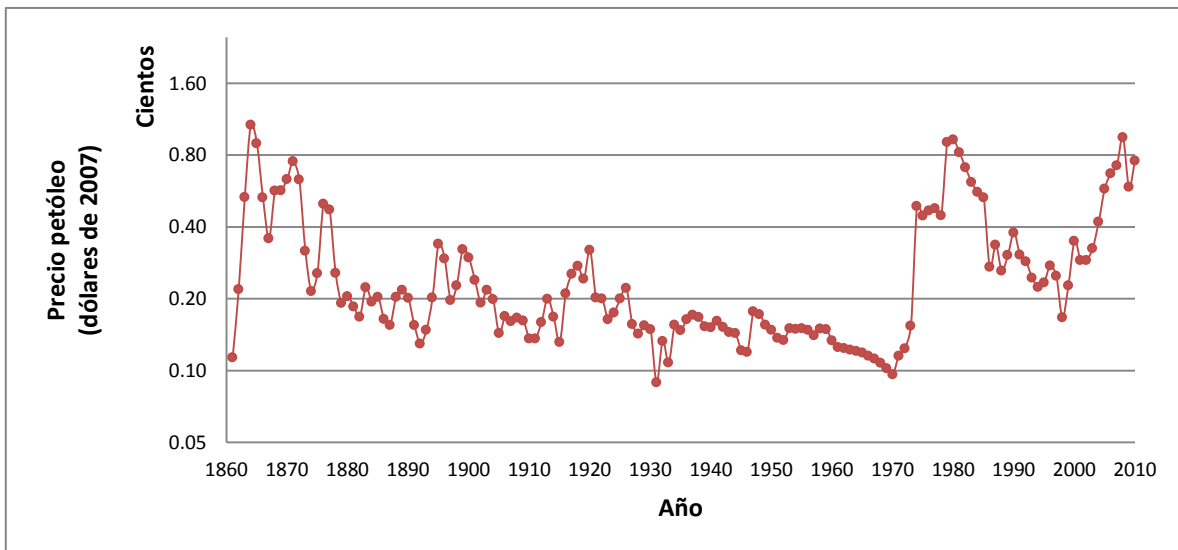
Es importante la variación a la alza del precio del petróleo ya que diversos estudios responsabilizan a este suceso como detonantes de recesiones, períodos de excesiva inflación, productividad reducida y lo más importante para el objeto de nuestra tesis, el impacto en el crecimiento económico.

Los incrementos en los precios del petróleo de los últimos cuarenta años han contribuido significativamente y/o han causado cada una de las recesiones sufridas por la economía de Estados Unidos y por muchos países que están fuertemente vinculadas económicamente a este país, como es el caso de México. Se pueden destacar los siguientes eventos:

- La recesión de 1974 – 1975 que fue estimulada por una triplicación en los precios del petróleo seguido de la guerra del Yom Kippur (Ramadán) y un posterior embargo petrolero de la OPEP (octubre de 1973 a marzo de 1974).
- La recesión de 1979 – 1980 que fue resultado de incrementos sostenidos en los precios del petróleo y de la revolución iraní. (enero de 1980 y septiembre de 1980).
- La recesión de 1989 – 1990 que fue parcialmente causada por incrementos en los precios del petróleo que se dieron luego de la invasión de Irak a Kuwait. (agosto de 1990).
- La recesión de 2001, que fue causada de forma parcial por los incrementos sostenidos en los precios del petróleo en el 2000 y que sucedieron por la crisis energética de California y por las tensiones en el Medio Oriente (el acontecimiento de una segunda intifada).
- El Boom de los commodities de exportación¹², 2007-2008

A continuación se gráfica los datos históricos del precio del petróleo a precios de dólares de 2007, está gráfica sirve de base para observar los “saltos” en el precio del petróleo.

Gráfica 24. Precio del barril de petróleo (dólares de 2007).



Fuente: Elaboración propia con datos de Statistical Review of World Energy 2010.

¹² El ciclo de alzas se dio al mismo tiempo de una abundancia de financiamiento externo, la política fiscal y la monetaria-cambiaria actuaron en sentido contrario al esperado. Se generaron déficits fiscales significativos y una considerable apreciación real de la moneda nacional, en el marco de una ausencia de políticas de adaptación estructural. La consecuencia fue una crisis macroeconómica y social superlativa.

Nota. El eje del precio se utilizó escala logarítmica de 100 veces, para mayor claridad de la gráfica y se pueden utilizar como cambios de porcentaje en el precio del petróleo.

2.5 Riesgos asociados al precio del petróleo

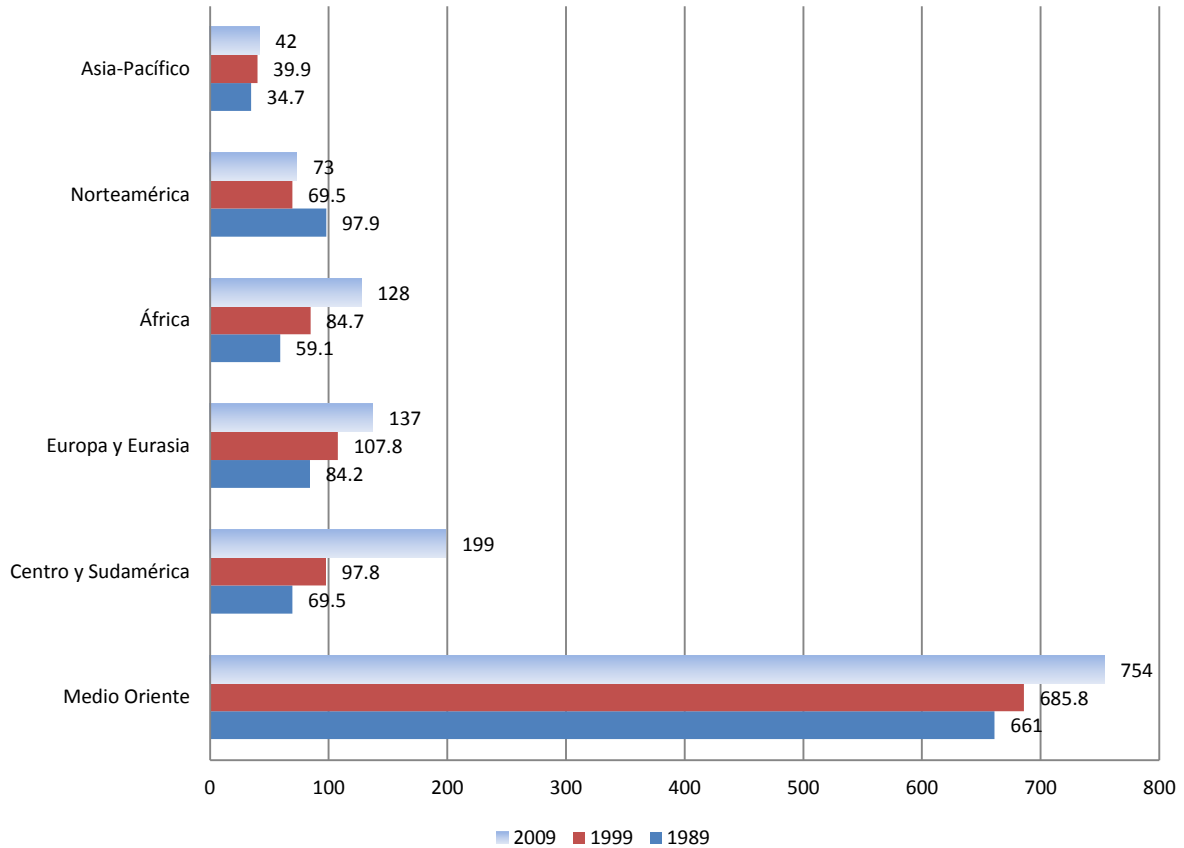
El petróleo es la principal fuente de energía alrededor del mundo, que se utiliza para diferentes procesos en la vida cotidiana por eso el estudio de sus riesgos es importante. Existen empresas y países que se relacionan con los acontecimientos del precio del petróleo con una finalidad de poder limitar el riesgo adecuadamente usando la mayor cantidad de fuentes fidedignas de información. El petróleo es el recurso más importante para muchas actividades alrededor del mundo (electricidad, transporte, etc.), por lo tanto el estudio de sus riesgos asociados son una pieza fundamental.

Entre los factores más importantes que inciden sobre la volatilidad del precio del petróleo son:

Impactos Geopolíticos. En los eventos políticos se generan fuertes impactos hacia el precio del petróleo y son de importancia los que suceden en el Medio Oriente debido a que esta región se encuentran las reservas más grandes de petróleo, las políticas adoptadas por las naciones exportadoras o importadoras pueden tener una gran influencia en el impacto abrupto del alza o disminución del precio del petróleo. Para ejemplificar, se puede citar las guerras que se han producido a lo largo de la existencia del petróleo como recurso de combustible para afrontar el armamento o movilización de ejércitos esto puede repercutir en los mercados los cuales pueden tener variaciones sobre el precio del combustible, así mismo también existen otros ejemplos para las políticas geopolíticas que se diseñan para mantener el control del petrolífero al restringir el nivel de exportación hacia el mundo, asumir una lógica del petróleo que como hace décadas sigue marcando las grandes decisiones de la geopolítica. Uno de los principales consumidores de petróleo del mundo, es Estados Unidos; Pero por razones estratégicas básicamente para su abastecimiento interno cotidiano compra el oro negro a otros países productores. El petróleo propio se guarda en reservas. Así Estados Unidos ha de ir a

buscar grandes cantidades de crudo en forma de importaciones provenientes principalmente de Arabia Saudita, Venezuela, México, etc.

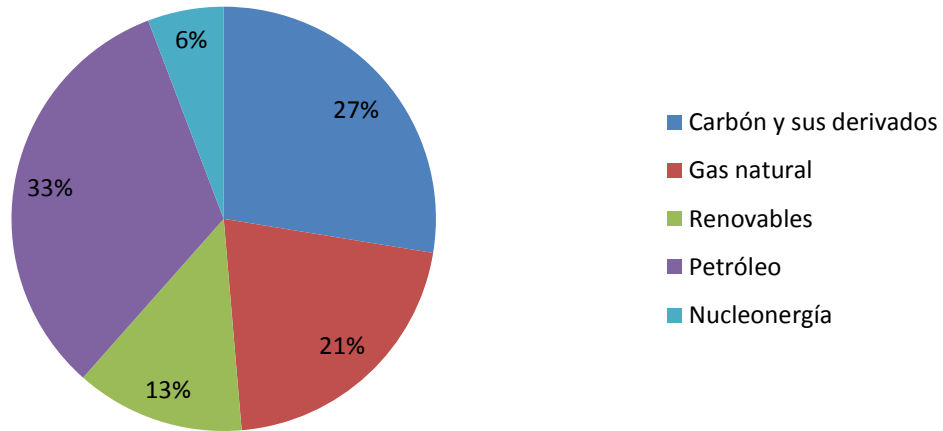
Gráfica 25. Reservas probadas de petróleo por región, 1989, 1999, 2009.



Fuente: Elaboración propia con datos de BP Statistical Review of World Energy, June 2010

Crecimiento del Consumo del petróleo. Durante gran parte del siglo XX hubo un incremento considerable en la utilización del petróleo en los grandes países industrializados entre los años de 1980 y 2004, el principal energético fue el combustible fósil y el petróleo en este período aportó el 41% del consumo mundial de energía.

Gráfica 26. Producción mundial de energía primaria en el 2008 (12,369 Mtep).

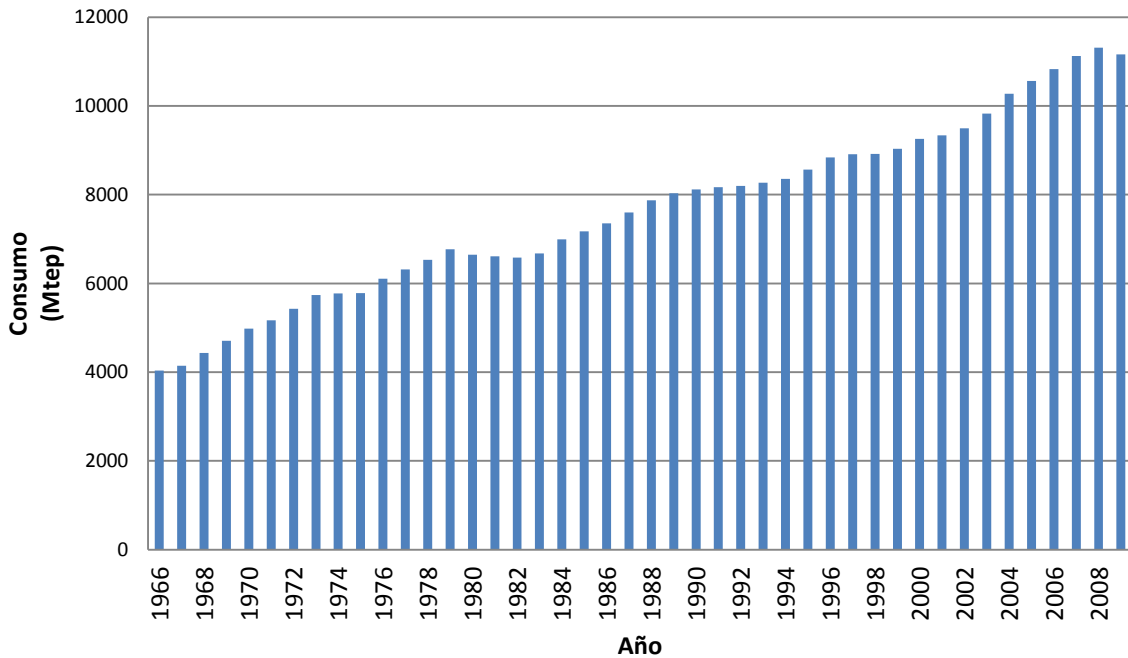


Fuente: Energy Balances of OCDE countries y Energy Balances of Non-OCDE countries, AIE, edición 2010. **Nota:** Renovables engloba energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica, biomasa y desechos.

El motivo de este crecimiento del consumo ha sido el incremento de la demanda de productos derivados, sobre todo por parte del sector del transporte y también por la industria y la petroquímica en particular. Así mismo un país consumista de gran proporción de la energía tiene varios factores: una alta renta per cápita, unos elevados ingresos medios por persona por encima de los 10,000 dólares anuales y así mismo una industria consolidada y tecnológicamente avanzada, es decir, un alto nivel de vida, que se refleja en el desarrollo de las infraestructuras y en la cantidad y calidad de servicios sanitarios, educativos, culturales, etc. Además, la población tiene un elevado nivel de consumo de los derivados del petróleo.

El riesgo del precio del petróleo también viene interrelacionado dentro de la variable del crecimiento del consumo mundial. Además el petróleo es el principal insumo energético a nivel mundial es bastante creciente aun este es un factor importante para la creación de nuevos escenarios al alza del precio del petróleo en su consumo.

Gráfica 27. Consumo mundial de energía primaria 1966-2009 (Mtep).



Fuente: Elaboración propia con datos de BP Statistical Review of World Energy. June 2010.

Nuevas Tecnologías. Las nuevas tecnologías son importantes en el precio del petróleo porque son un factor importante sobre en el riesgo del precio, las tecnologías relevantes pueden crear una alza o baja del precio del petróleo como fue el caso de las tecnologías de recuperación mejorada del petróleo.

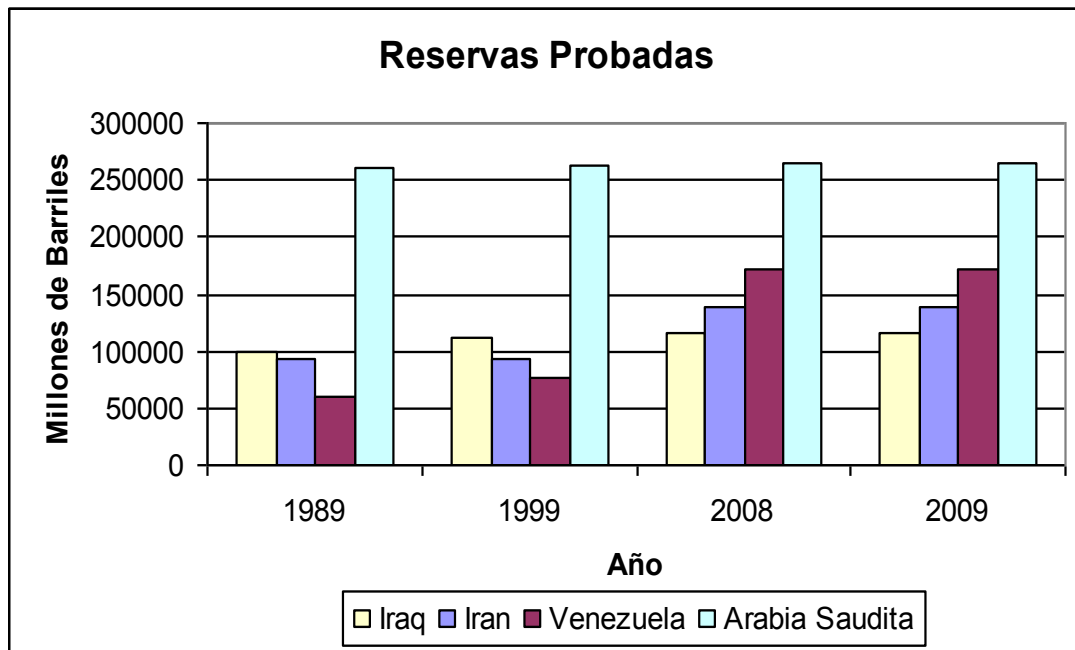
Reservas petroleras. El petróleo es la fuente de energía más importante actualmente, pero existe un riesgo asociado al incremento o disminución de las reservas mundiales porque juegan una gran importancia al momento de que existen o dejan de existir. Las reservas ofrecen al mercado una demanda u oferta del algún activo, es decir cuando existen muchas reservas alrededor del mundo se podría decir que el abastecimiento del petróleo sería satisfactorio pero en sentido contrario de que existiera una gran demanda las reservas se agotarían, entonces el precio del petróleo tendría una alza importante.

Las reservas probadas son aquellas que se pueden extraer con la tecnología actual y así mismo que sean rentables en su uso. Las reservas mundiales tuvieron grandes auges

cuando existieron investigaciones en el mundo para su búsqueda, es decir cuando se exploró geológicamente y tecnológicamente los yacimientos posibles, entonces fueron colocados como reservas probadas.

En la gráfica 28 que se presenta está elaborada en base a los países más importantes en el rubro de las reservas probadas mundiales.

Gráfica 28. Reservas probadas de algunos países de la OPEP..

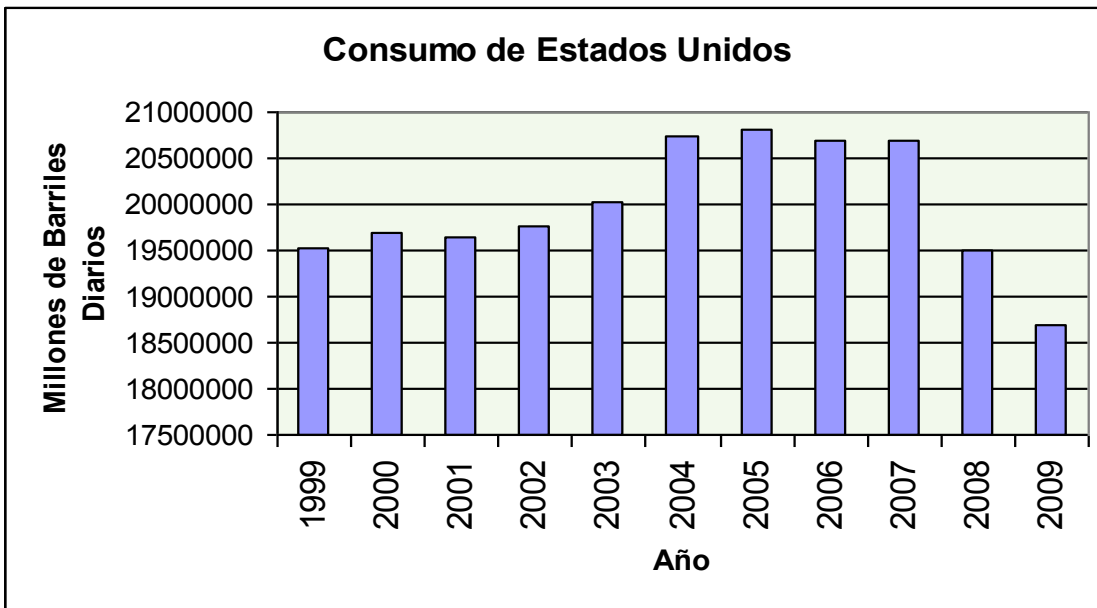


Fuente: Datos de BP Statistical Review of World Energy, June 2010.

Nota: Reservas probadas a fin del año

Reservas estratégicas de petróleo. El consumo mundial de petróleo en el 2009, fue de 84,077 millones de barriles diarios (BP, 2010). De los países desarrollados principalmente Estados Unidos tiene un consumo de petróleo bastante alto comparado con los demás países desarrollados porque su consumo diario de petróleo alcanza la cantidad 18,686 miles de barriles diariamente.

Gráfica 29. Consumo diario de petróleo en los Estados Unidos.



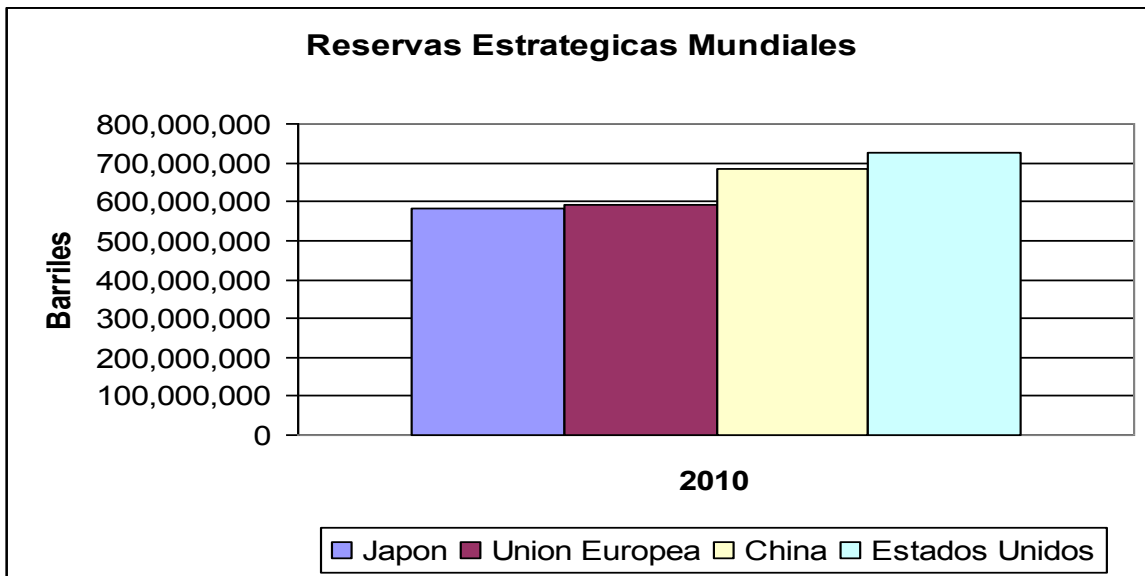
Fuente: Datos de BP Statistical Review of World Energy, June 2010.

Por lo que los países importadores de petróleo liderados por Estados Unidos, crearon un sistema para controlar el riesgo asociados al petróleo, mediante un mecanismo llamado SPR (Strategic Petroleum Reserves), estas reservas estratégicas de petróleo fueron creadas con el objetivo de disminuir el riesgo de precio y abasto del petróleo.

Los Estados Unidos cuentan con Reservas Estratégicas de Petróleo de 727 millones de barriles, los cuales representan aproximadamente 36 días de consumo normal en ese país. Esta reserva representan la mayor cantidad de reservas en el Mundo y la administra el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE, Departament Of Energy).

Estados Unidos ha utilizado sus reservas en dos ocasiones, la primera en la guerra conocida como "Tormenta del Desierto" en 1991, y la segunda por el fenómeno meteorológico del huracán Katrina, debido a que la producción del Golfo de México fue suspendida por varios días.

Gráfica 30. Reservas estratégicas mundiales de petróleo.



Fuente: Wikipedia, Global Strategic Petroleum Reserves (GSPR)

Nota: Las Reservas Estratégicas Mundiales a fin del año

2.6 Cobertura del precio del petróleo

En estos días la cobertura del precio del petróleo es un factor primordial para países productores, compañías y compradores de petróleo. Las coberturas del precio del petróleo se empezaron a utilizar en la década de 1970 mediante contratos de cobertura que son una forma de estar cubierto sobre el riesgo que existe en el petróleo u otro activo, la opción es aquella que traspasa el riesgo asociado a un tercero para minimizar o anular el riesgo según sea el caso (muy parecido a una póliza de seguros).

En vez de aceptar las consecuencias de la exposición a los riesgos de precios como "realidad de la vida", se pueden controlar los riesgos de precios e incluso convertirlo en ventaja utilizando lo que se conoce por "Cobertura de Riesgos".

Los contratos de cobertura de riesgo permiten gestionar los costos futuros de gas natural o cualquier otro combustible.

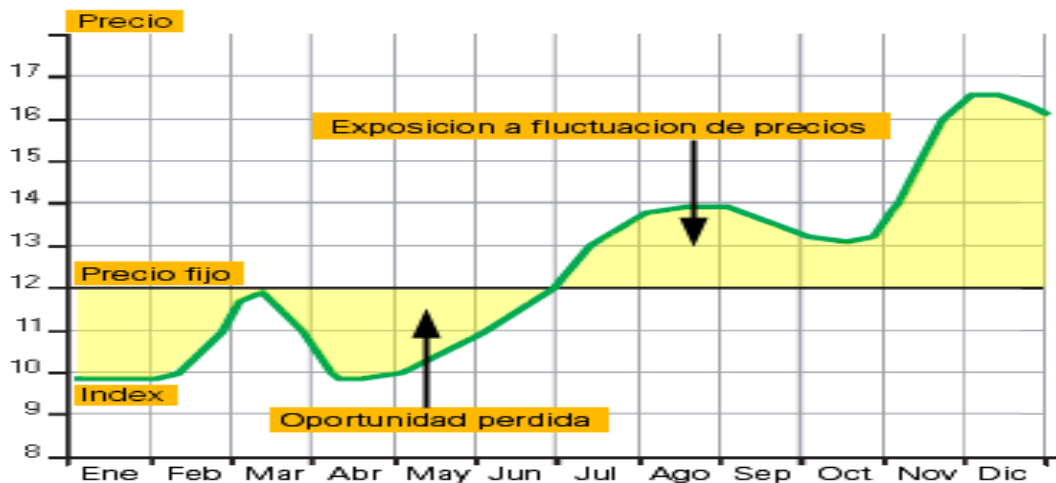
Los servicios de gestión de riesgos están concebidos para ayudar a cubrir el riesgo de precios. Hay muchos tipos de productos, algunos están diseñados para fijar el precio futuro del combustible al nivel hoy acordado (Contratos a plazo, Swaps, futuros). Otros productos están concebidos para garantizar un precio mínimo o máximo mediante el pago de una prima.

En el mercado, existen diferentes opciones de cobertura para un activo desde la más particular que son "put" y "call" también existen otras opciones diferentes de las anteriores llamadas "Straddle", "Strangle", "Spread", etc.,.

Cada opción tiene diferentes características según sea el caso de la cobertura que se nos haga presente. Todas estas opciones pueden ayudar en un momento para tratar de quitar la incertidumbre o proteger del riesgo que todo activo subyacente (petróleo) adquiere en los mercados.

Un ejemplo de contratos de cobertura son aquellos llamados a precio fijo, el cual significa que se pacta un precio y la cobertura minimiza la volatilidad de los precios de los energéticos.

Ilustración 2. Contrato de cobertura a precio fijo



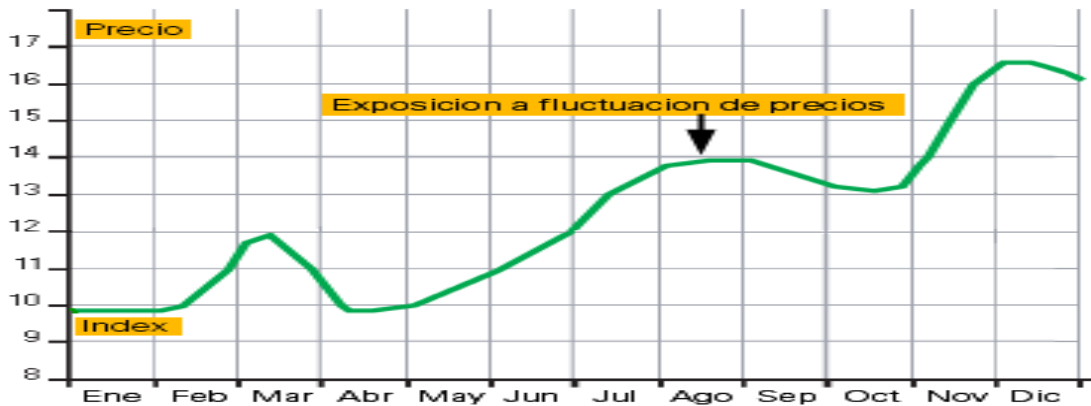
Fuente: Datos de British Petroleum Energy
<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=3050168&contentId=3050204>

Tabla 10. Ventajas y desventajas de contratos de cobertura

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Certidumbre en los costos • Simple • Fácil comparación de ofertas
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un conocimiento exacto del momento preciso para la contratación de un precio fijo • Costo de oportunidad de aprovechar precios más bajos • Limita la flexibilidad

Los contratos indexados se refieren a la compra de un activo sobre el precio de una energía alternativa, el precio es determinado en función del precio de la energía alternativa (pudiendo variar diariamente).

Ilustración 3. Contrato indexado



Fuente: Datos de British Petroleum Energy

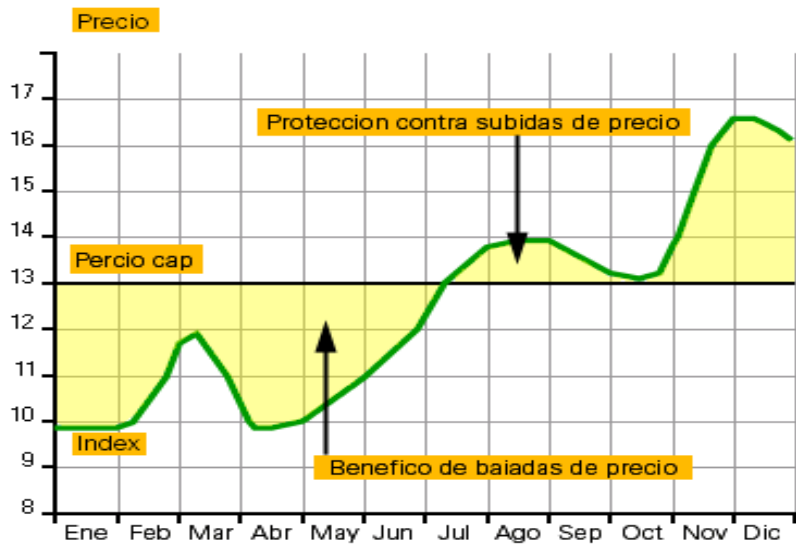
<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=3050168&contentId=3050206>

Tabla 11. Ventajas y desventajas de contratos indexados

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - La decisión de asegurarse el suministro de un activo está separada de la política de precios. La oportunidad de cubrir el riesgo a través de derivados continúa existiendo. - El precio refleja los precios de mercado de la energía alternativa.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - No existe la incertidumbre de precios. - El riesgo de elevación de precios no está limitado.

Los contratos a precio indexado se compra gas, combustible o carburante a un precio indexado, estando éste limitado a un precio máximo. En retorno el cliente paga el precio de compra más un suplemento. El pago del suplemento podrá ser también por adelantado. En la Cuenta de Control de Costos se refiere en el caso de un seguro, el riesgo máximo está limitado.

Ilustración 4. Contrato a precio referenciado



Fuente: Datos de British Petroleum Energy

<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=3050168&contentId=3050206>

Tabla 12. Ventajas y desventajas de contratos a precios indexados

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de beneficiarse de bajadas de precio • Los precios son limitados a un precio máximo.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Pago de un suplemento de precio.

Los contratos llamados físicos de cobertura de riesgos son contratos ligados al combustible físicamente suministrado y con un precio estructurado. Se comprometen a adquirir en el futuro determinados volúmenes de combustible a un precio determinado.

Por el contrario, los contratos financieros de cobertura de riesgos son contratos que tienen por objeto el intercambio de pagos entre el cliente y una compañía. Estos pagos se basan en los movimientos de los precios indexados a un combustible convenido y en la estructura particular elegida. Los pagos están concebidos para compensar las subidas de precio del combustible suministrado¹³.

En el caso particular de México, para cubrir los riesgos del precio del petróleo, PEMEX tiene una forma específica de utilizar las coberturas de riesgos que tienen como finalidad el aprovechar las oportunidades de una manera más eficiente y competitiva.

PEMEX busca métodos que le permitan la minimización del riesgo, al seguir los pasos de muchas bolsas de valores y bancos alrededor del mundo, PEMEX utiliza opciones de futuros para minimizar el riesgo de los mercados, y maneja diferentes modalidades de "Administración del Riesgo" mediante cuatro ramas "Forwards", "Futuros", "Opciones" y "Swaps". Cada una de las anteriores son utilizadas para prevenir catástrofes que generen inestabilidad en el Presupuesto de Egresos de la Federación. Estas formas de opciones tienen ciertas características específicas según sea el caso que se aborde o como aborde el riesgo asociado al precio del petróleo.

¹³ Nota. Cada uno de los anteriores formas de cobertura sobre el riesgo asociado al petróleo u otro activo fueron tomados del sitio web de la British Petroleum Energy en España, para ejemplificar las diferentes herramientas que se manejan en las empresas relacionadas al petróleo.

Todas las opciones de futuro fueron tomadas para la cobertura del riesgo del precio del petróleo, principalmente la unidad de PEMEX de Estrategias de Negocios (PEMEX Business Strategic), el principal uso de las opciones es para minimizar el riesgo por la gran volatilidad del precio del petróleo y del gas natural, que han tenido los mercados en los últimos años.

De manera particular el riesgo asociado al precio del petróleo viene en México estudiado con diferentes herramientas o coberturas a través de diferentes instituciones para lograr mantener una estabilidad económica sobre el Presupuesto de Egresos de la Federación.

Por ejemplo; en México en el 2008, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), realizó en los mercados financieros internacionales, operaciones de cobertura contra el riesgo de reducciones en los precios del petróleo, con el propósito de proteger el nivel de ingresos petroleros del Gobierno Federal previstos en la Ley de Ingresos de la Federación 2009 aprobada por el H. Congreso de la Unión.

Las operaciones de cobertura que se realizaron, consistieron en la adquisición de “Opciones PUT” sobre el precio promedio de la mezcla mexicana de exportación para el ejercicio fiscal 2009. Dichas opciones le otorgaron al Gobierno Federal el derecho (más no la obligación) de vender petróleo a un precio promedio de 70 dólares por barril de la mezcla mexicana durante 2009.

El monto total cubierto fue de 330 millones de barriles, que equivalen al volumen de exportaciones netas de productos petrolíferos contemplado en el paquete económico 2009. El costo total de la cobertura fue de 1,500 millones de dólares (mdd), de acuerdo a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la que estimó que ésta cobertura tenía un valor de 9,553 mdd, lo que significa que de materializarse un precio promedio similar a los de 2009, el Gobierno Federal recibiría una compensación de 9,553 mdd.

Las opciones PUT funcionan como un seguro en el que se paga una prima al momento de su adquisición y en caso de que el precio promedio de la mezcla mexicana observada durante el año 2009 se ubicara por debajo de 70 dólares por barril, se otorgaría un pago

al Gobierno Federal que compensaría la disminución observada en los ingresos presupuestarios.

De esta forma, la cobertura permitió al Gobierno Federal evitar que las disminuciones en el precio del petróleo que afectasen la ejecución de los programas contemplados en el Presupuesto de Egresos de la Federación 2009.

CAPITULO III. MODELACIÓN DEL RIESGO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE EL AGOTAMIENTO DE RESERVAS PETROLERAS EN MÉXICO

Pronosticar las volatilidades es una tarea muy importante en los mercados financieros y en los riesgos financieros para cualquier estado o empresa privada, el presente estudio analiza el efecto de la declinación de las reservas en México, el precio del petróleo y su impacto en una variable macroeconómicas como es el caso del Producto Interno Bruto para el periodo 1980-2010.

Entre los objetivos que se pretenden alcanzar con el modelo, adicionalmente a los que se establecen en la matriz de congruencia, son los siguientes:

- Describir el comportamiento de las variables macroeconómicas entre PIB, reservas de petróleo y precio de petróleo.
- Determinar la magnitud, simetría y la duración de los efectos de las perturbaciones en las series seleccionadas.
- Realizar pronósticos dinámicos con la metodología de la Heteroscedasticidad Condicional Autorregresiva Generalizada (GARCh por la expresión en inglés) sobre el efecto de la volatilidad.

3.1 Riesgo y modelación

El análisis econométrico de modelos multi-ecuacionales de las economías que prevaleció en la literatura por mucho tiempo, consistía en la estimación de manera independiente de cada una de las ecuaciones que formaban el sistema, sin atender explícitamente las interrogantes estadísticas que planteaban la simultaneidad de dichos sistemas. Ejemplos de tales modelos son los expuestos por Klein (1950) y Anderson & Jordan (1968). Esta forma de modelar la actividad económica agregada levantaba dudas sobre los fundamentos económicos en el cual descansaban los análisis econométricos practicados.

Como respuesta a dicha práctica, Sims (1980) propone un enfoque econométrico que reconozca explícitamente la simultaneidad de los sistemas económicos agregados: Esta es la técnica de vectores auto-regresivos (VAR). En dichos modelos, cada variable del sistema depende de su realización en períodos anteriores y de las realizaciones presentes y pasadas de las demás variables que forman el sistema. El enfoque permite un análisis menos restrictivo de las interrelaciones de las variables que componen el sistema estudiado.

Los modelos autoregresivos se describen como aquellos en los que una variable o conjunto de variables se explican, al menos en parte, en función de los valores pasados de esa misma variable o conjunto de variables. Estos modelos han cobrado gran importancia en el campo de la econometría. Se ha demostrado que modelos sencillos de este tipo, con un pequeño número de variables y parámetros, compiten, incluso con ventaja, en su capacidad de predicción y simulación con los grandes modelos macroeconómicos que se desarrollaron en los años cincuenta y sesenta, y que incluyen cientos de variables y parámetros.

Debido a que el presente estudio se enfoca en analizar el riesgo, se plantea utilizar modelos que pueden contribuir a explicar la volatilidad de las series tanto del PIB, reservas petroleras y precio del petróleo y que los modelos a utilizar traten series de tiempo. Un método muy popular de diseño de modelos para series de tiempo estacionarias, es la de Autorregresivos Integrado de Media Móvil (ARIMA por sus siglas en inglés), conocido comúnmente como la metodología de Box-Jenkins, esta metodología estableció una generación de herramientas de predicción muy importante y que se utilizan aún en la actualidad. Por otra parte Engle (1982), propuso que la modelación de la volatilidad condicional cambiante en el tiempo utilizará un proceso llamado Autorregresivo Condicional Heterocedastico (ARCH por sus siglas en inglés), el cual permite modelar la varianza de las series con base a las perturbaciones aleatorias pasadas. Sin embargo, en la práctica se ha encontrado que se requieren procesos ARCH de orden elevado para capturar la dinámica de la volatilidad condicionada (Peters, 2001). Por lo anterior, Bollerslev (1986) presentó el modelo generalizado llamado GARCH, basado en una especificación de un ARCH infinito y que permite reducir el número de parámetros a

estimar de infinito a sólo dos. Los modelos mencionados anteriormente representaron la selección del modelo ya que manifiestan buenas propiedades para incorporar variables de significancia elevada y es posible modelar el caso de estudio con cierto tipo de precisión.

Así mismo, estos modelos permiten pronostican la volatilidad, la cual es una tarea fundamental en la administración de riesgos y de importancia del presente estudio. En los años recientes se ha vuelto común el uso de modelos de Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva (GARCH-ARCH) para capturar las características de las series de rendimientos, el exceso de curtosis y los clusters de volatilidad. En este trabajo se utiliza la metodología GARCH para modelar la varianza condicional para estimar la volatilidad de las reservas petroleras y el precio de la Mezcla Mexicana de Exportación (MME) y su impacto en el crecimiento económico de México representado por su Producto Interno Bruto.

3.2 Tratamiento de datos de las series

Para la homogenización de los datos de las series, se emplea el método llamado desagregación de series con indicadores o sin indicadores.

La metodología de desagregación de series de tiempo sin indicadores permite tratar series desde una perspectiva estadística para la conveniencia del modelo, diferentes autores han creado metodologías para poder realizar una desagregación de series de tiempo sin indicadores, Frank T Denton(1971) en su estudio llamado "Ajuste de una serie mensual o trimestral con base de datos anuales: Un enfoque basado en la minimización cuadrática", el cual consiste en la preparación de series de tiempo desde un punto anualizado a mensual o trimestral. También un estudio similar e importante en el campo de la desagregación de series fue el trabajo realizado por Boot, Feibes y Lisman(1967). Este tipo de metodología trata de métodos basados sobre algún criterio con un elevado grado que permita el distribuir el total anual en forma trimestral.

Por otro parte, existe la metodología que se basa en desagregación de series de tiempo con indicadores, la cual tiene su importancia al poder permitir relacionar indicadores que estén relacionados con las variables que se quieran emplear según sea el caso, algunos estudios al respecto fueron los realizados por Chow-Lin (1971), Ginsbur(1973) y Bassie (1985).

Para el caso de las series de este estudio, se utilizó el programa Ecotrim el cual proporciona un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas para llevar a cabo una desagregación temporal de series de tiempo, fue creado por la Oficina Estadística de Europa (Eurostat) a principios de los años 90, con el programa se trabaja la desagregación en forma rápida y eficaz. Para las series de tiempo del trabajo, se seleccionó la opción de la metodología de Frank T Denton (1971) por su eficacia en la desagregación de series.

En la serie de PIB obtenidos del Banco de Información Económica que proporciona la dependencia del Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de su sitio en Internet, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NVO> para el periodo desde 1980 a 1992, la serie anual se le trató con una desagregación, al convertirla a una serie trimestral con la metodología de Denton. Por otro parte, también fue destacionalizada (deflacionada) la serie de datos para que exista una homogeneidad entre las series para poder tratar de percibir solamente la variación de las series y no tener ruido que produce la inflación en las variables a precio de 2003.

Tabla 13. Serie trimestral del Producto Interno Bruto período 1980-2010
(En millones de pesos a precio de 2003)

Año	PIB		Año	PIB
1980.1	4,289,729.63		1995.3	5,691,934.61
1980.2	4,325,118.58		1995.4	5,962,216.99
1980.3	4,395,896.48		1996.1	5,891,226.77
1980.4	4,502,063.33		1996.2	5,955,682.23
1981.1	4,643,619.13		1996.3	6,073,486.67

1981.2	4,743,381.80		1996.4	6,427,559.42
1981.3	4,801,351.34		1997.1	6,152,807.22
1981.4	4,817,527.74		1997.2	6,492,761.74
1982.1	4,791,911.02		1997.3	6,569,860.09
1982.2	4,755,589.52		1997.4	6,898,432.23
1982.3	4,708,563.25		1998.1	6,665,227.03
1982.4	4,650,832.21		1998.2	6,779,735.04
1983.1	4,582,396.38		1998.3	6,891,651.79
1983.2	4,546,835.50		1998.4	7,072,200.65
1983.3	4,544,149.56		1999.1	6,833,076.84
1983.4	4,574,338.56		1999.2	6,997,209.34
1984.1	4,637,402.49		1999.3	7,148,246.49
1984.2	4,694,678.67		1999.4	7,410,151.11
1984.3	4,746,167.09		2000.1	7,298,852.72
1984.4	4,791,867.75		2000.2	7,467,037.63
1985.1	4,831,780.65		2000.3	7,604,284.60
1985.2	4,843,327.15		2000.4	7,711,444.43
1985.3	4,826,507.25		2001.1	7,310,622.45
1985.4	4,781,320.94		2001.2	7,424,985.04
1986.1	4,707,768.23		2001.3	7,483,060.77
1986.2	4,664,162.25		2001.4	7,576,346.57
1986.3	4,650,503.01		2002.1	7,110,693.69
1986.4	4,666,790.51		2002.2	7,523,676.59
1987.1	4,713,024.74		2002.3	7,517,032.59
1987.2	4,747,422.13		2002.4	7,670,056.60
1987.3	4,769,982.70		2003.1	7,367,052.54
1987.4	4,780,706.43		2003.2	7,539,708.21

1988.1	4,779,593.34		2003.3	7,535,289.33
1988.2	4,792,820.36		2003.4	7,781,163.45
1988.3	4,820,387.51		2004.1	7,620,249.70
1988.4	4,862,294.79		2004.2	7,823,413.49
1989.1	4,918,542.19		2004.3	7,871,310.92
1989.2	4,978,185.88		2004.4	8,133,313.23
1989.3	5,041,225.84		2005.1	7,773,327.93
1989.4	5,107,662.09		2005.2	8,117,364.42
1990.1	5,177,494.63		2005.3	8,141,697.49
1990.2	5,242,742.99		2005.4	8,423,951.15
1990.3	5,303,407.18		2006.1	8,251,958.23
1990.4	5,359,487.21		2006.2	8,546,826.23
1991.1	5,410,983.06		2006.3	8,563,560.21
1991.2	5,464,361.78		2006.4	8,765,547.16
1991.3	5,519,623.36		2007.1	8,503,329.19
1991.4	5,576,767.80		2007.2	8,798,378.74
1992.1	5,635,795.11		2007.3	8,859,921.27
1992.2	5,680,065.59		2007.4	9,078,916.14
1992.3	5,709,579.24		2008.1	8,680,817.85
1992.4	5,724,336.07		2008.2	9,016,638.50
1993.1	5,732,746.12		2008.3	8,977,412.03
1993.2	5,802,801.77		2008.4	8,985,252.49
1993.3	5,857,838.59		2009.1	8,042,199.82
1993.4	6,092,879.10		2009.2	8,148,381.76
1994.1	5,896,049.70		2009.3	8,483,296.15
1994.2	6,138,930.15		2009.4	8,802,470.83
1994.3	6,153,162.55		2010.1	8,402,485.55

1994.4	6,424,823.79		2010.2	8,767,558.06
1995.1	5,826,003.72		2010.3	8,918,559.64
1995.2	5,600,037.02		2010.4	9,191,549.34

Para la siguiente serie de datos del precio de la mezcla mexicana se empleo la información del Banco de México (Banxico) a través de su portal estadístico <http://www.banxico.org.mx/> , aquí los datos fueron obtenidos diariamente, con el fin de homogenizar solo fueron realizadas operaciones matemáticas para obtener la serie trimestralmente y también para que exista una relación de la serie fueron tratados sobre el Consumer Index Price(CIP)¹⁴, para que fueran serie de datos estables sin ruido que provoca la inflación a precio de 2003.

Tabla 14. Precio de la mezcla mexicana (dólares por barril a precio de 2003)

Año	Precio		Año	Precio
1980.1	38.74		1995.3	10.44
1980.2	37.71		1995.4	10.98
1980.3	37.69		1996.1	11.60
1980.4	37.69		1996.2	12.01
1981.1	37.98		1996.3	12.30
1981.2	37.54		1996.4	12.38
1981.3	36.14		1997.1	10.95
1981.4	34.49		1997.2	9.46
1982.1	32.31		1997.3	9.44
1982.2	30.31		1997.4	9.26
1982.3	28.61		1998.1	6.11
1982.4	27.75		1998.2	6.00

¹⁴ Ver anexo de Consumer Price Index

1983.1	27.32		1998.3	5.84
1983.2	26.67		1998.4	5.25
1983.3	26.20		1999.1	5.17
1983.4	25.94		1999.2	7.94
1984.1	25.76		1999.3	10.39
1984.2	25.74		1999.4	11.91
1984.3	25.86		2000.1	13.80
1984.4	26.22		2000.2	13.65
1985.1	26.75		2000.3	14.42
1985.2	25.57		2000.4	13.27
1985.3	23.02		2001.1	10.94
1985.4	18.97		2001.2	10.64
1986.1	13.57		2001.3	11.32
1986.2	10.36		2001.4	8.19
1986.3	9.17		2002.1	9.34
1986.4	10.11		2002.2	12.48
1987.1	13.05		2002.3	13.18
1987.2	14.62		2002.4	12.61
1987.3	14.89		2003.1	14.95
1987.4	13.95		2003.2	12.27
1988.1	11.81		2003.3	13.57
1988.2	10.41		2003.4	13.58
1988.3	9.81		2004.1	14.45
1988.4	10.01		2004.2	16.12
1989.1	10.96		2004.3	17.43
1989.2	11.87		2004.4	18.22
1989.3	12.89		2005.1	18.02

1989.4	13.92		2005.2	21.04
1990.1	14.85		2005.3	24.90
1990.2	15.16		2005.4	22.85
1990.3	14.67		2006.1	24.76
1990.4	13.52		2006.2	27.91
1991.1	11.83		2006.3	28.25
1991.2	10.73		2006.4	23.93
1991.3	10.16		2007.1	22.90
1991.4	10.13		2007.2	27.21
1992.1	10.63		2007.3	30.79
1992.2	10.81		2007.4	36.80
1992.3	10.69		2008.1	38.99
1992.4	10.29		2008.2	48.78
1993.1	9.59		2008.3	48.42
1993.2	9.13		2008.4	21.50
1993.3	8.92		2009.1	18.56
1993.4	8.90		2009.2	26.16
1994.1	9.10		2009.3	29.66
1994.2	9.29		2009.4	32.26
1994.3	9.44		2010.1	32.66
1994.4	9.62		2010.2	32.04
1995.1	9.76		2010.3	31.60
1995.2	10.02		2010.4	35.30

En cuanto a la tercera serie de datos, «reservas de petróleo» fue obtenida a través de PEMEX en sus informes anuales, la serie es anual, y se utilizó la metodología de F. Denton para trimestralizar la serie de datos.

Tabla 14. Reservas de petróleo en miles de millones de barriles

Año	Reservas		Año	Reservas
1980.1	37.93		1995.3	23.68
1980.2	37.88		1995.4	23.46
1980.3	37.78		1996.1	23.26
1980.4	37.62		1996.2	23.04
1981.1	37.42		1996.3	22.79
1981.2	37.21		1996.4	22.52
1981.3	37.00		1997.1	22.23
1981.4	36.78		1997.2	21.94
1982.1	36.56		1997.3	21.66
1982.2	36.32		1997.4	21.38
1982.3	36.08		1998.1	21.11
1982.4	35.84		1998.2	20.84
1983.1	35.58		1998.3	20.56

1983.2	35.33		1998.4	20.29
1983.3	35.07		1999.1	20.01
1983.4	34.82		1999.2	19.74
1984.1	34.58		1999.3	19.46
1984.2	34.33		1999.4	19.19
1984.3	34.08		2000.1	18.91
1984.4	33.82		2000.2	18.64
1985.1	33.56		2000.3	18.36
1985.2	33.31		2000.4	18.09
1985.3	33.08		2001.1	17.81
1985.4	32.85		2001.2	17.53
1986.1	32.63		2001.3	17.26
1986.2	32.41		2001.4	17.00
1986.3	32.19		2002.1	16.74
1986.4	31.97		2002.2	16.46

1987.1	31.74		2002.3	16.16
1987.2	31.51		2002.4	15.85
1987.3	31.29		2003.1	15.52
1987.4	31.06		2003.2	15.22
1988.1	30.83		2003.3	14.95
1988.2	30.61		2003.4	14.72
1988.3	30.39		2004.1	14.52
1988.4	30.17		2004.2	14.27
1989.1	29.96		2004.3	13.98
1989.2	29.73		2004.4	13.64
1989.3	29.49		2005.1	13.25
1989.4	29.23		2005.2	12.92
1990.1	28.96		2005.3	12.63
1990.2	28.71		2005.4	12.40
1990.3	28.47		2006.1	12.22

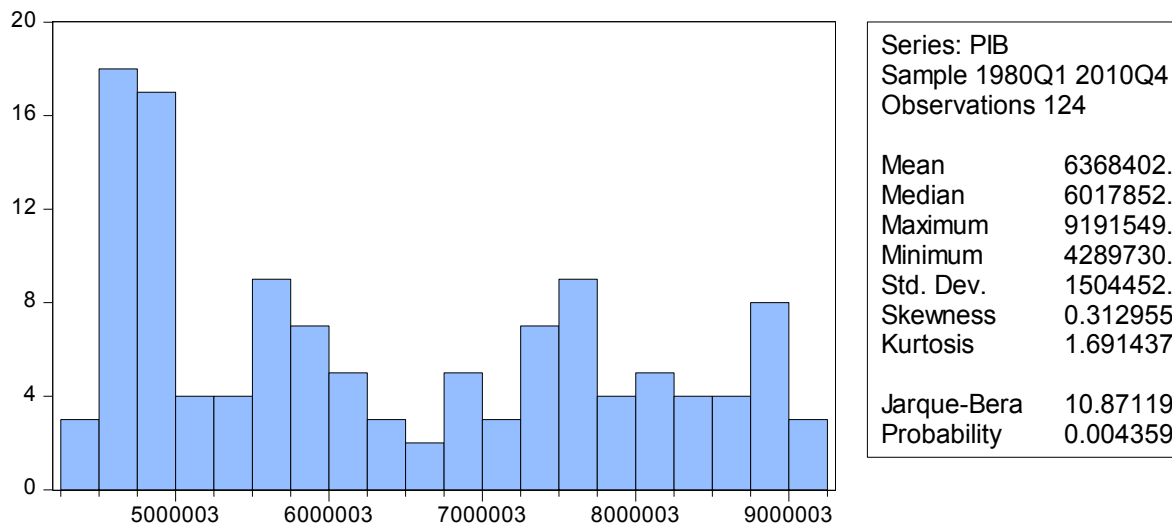
1990.4	28.25		2006.2	12.02
1991.1	28.05		2006.3	11.80
1991.2	27.83		2006.4	11.56
1991.3	27.59		2007.1	11.30
1991.4	27.34		2007.2	11.08
1992.1	27.07		2007.3	10.89
1992.2	26.81		2007.4	10.73
1992.3	26.57		2008.1	10.61
1992.4	26.35		2008.2	10.52
1993.1	26.14		2008.3	10.45
1993.2	25.92		2008.4	10.42
1993.3	25.69		2009.1	10.41
1993.4	25.45		2009.2	10.40
1994.1	25.19		2009.3	10.40
1994.2	24.93		2009.4	10.40

1994.3	24.67		2010.1	10.40
1994.4	24.41		2010.2	10.40
1995.1	24.15		2010.3	10.40
1995.2	23.91		2010.4	10.40

Una vez que las series fueron trimestralizadas y destacionalizadas a precio de 2003 para tener una concordancia entre las series, estas pueden ser utilizadas para poder usar la metodología de los modelos ARCH en su plenitud.

3.3 Especificación del modelo de riesgo

A continuación, se presenta el histograma particularmente del Producto Interno Bruto. Al parecer que la kurtosis tiene un valor de 1.69 algo parecido al de una distribución normal que es de 3, se podría tomar en cuenta que el histograma alta y bajas de información al parecer que existe una normalidad por segmento. Por otro lado, las colas son muy diferentes a las de una normal. Entonces se puede mencionar que tal vez no siga un proceso de una distribución normal.



En muchas ocasiones se trata de estimar o pronosticar con la información que ha transcurrido ante los acontecimientos pasados, en la gran mayoría se han creado métodos de predicción cuantitativa pero los modelos ARIMA y en la práctica se ha visto que este tipo de modelos presentan mejores estimaciones que los muy elaborados estructuralmente, en los últimos años se han constituido como una herramienta importante para los análisis econométrico. Los modelos se crean a partir del último dato del periodo de la serie, donde da origen a una predicción de ciertos periodos $t+1, t+2, etc.$ Por ello los modelos realizados por la metodología ARIMA se seleccionaron para poder explicar que sucede ante las series de tiempo y poder tener una ventaja ante la especulación del riesgo que se presente. Se utiliza en el estudio, también un modelo ARCH o alguna variante para pronosticar la volatilidad ante un riesgo de las series.

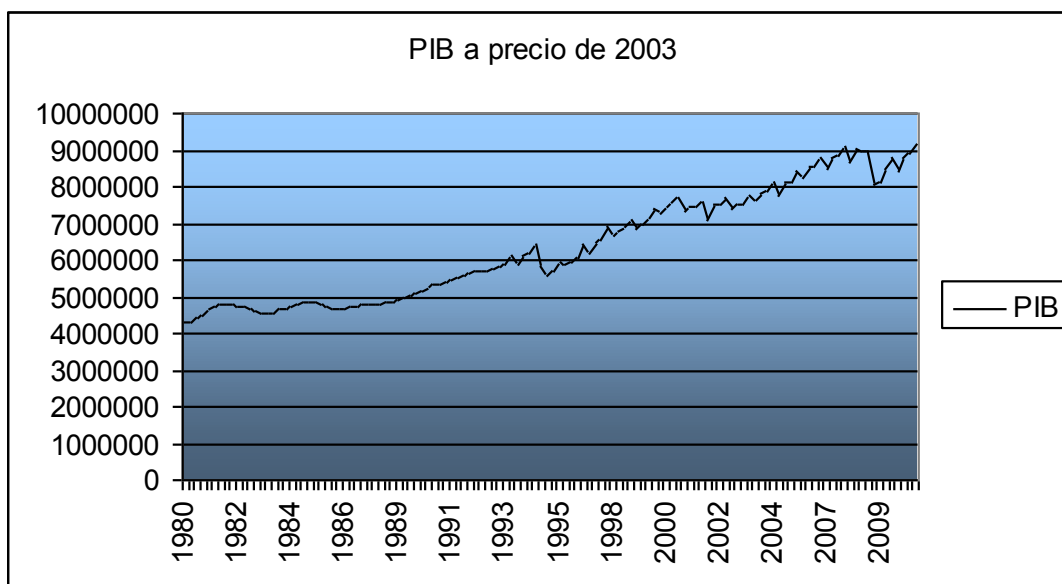
3.4 Estimación y análisis del modelo de riesgo

En el estudio se manejo la metodología de Box-Jenkins para tratar la serie de tiempo del PIB y así crear una asociación entre los modelos para originar el modelo ARCH o alguna variante de los modelos de volatilidad.

La serie de PIB, se trato con el método ARIMA y como paso primordial del método es importante conocer si la serie es estacionaria o no estacionaria (integrada).

Una forma informal de conocer la estacionalidad, es a través de una grafica y en forma intuitiva decidir si existe o no la estacionalidad de la serie del PIB.

Gráfica 31. Serie del PIB con desagregación destacionalizada a precio de 2003



De una forma informal, algunos de los *clusters* (picos) que existen se podría decir que la serie es estacionaria, pero esta afirmación es vagamente útil.

Muchos autores e investigaciones prefieren profundizar de una forma más formal al producir un test aumentado de Dickey y Fuller (ADF por sus siglas en inglés) u otro contraste para obtener las raíces unitarias. Al aplicar la prueba del Dickey y Fuller para verificar la estacionalidad de la serie del PIB, se comprueba la existencia de al menos una raíz unitaria, por lo que se le aplicó una diferencia para estabilizar la media a la serie de logaritmos.

Para el estudio se utilizó el ADF para su optimización, utilizando el programa econométrico Eviews, y se realizó el test de la serie de PIB trimestral, dando los siguientes resultados:

Tabla 15. Prueba de ADF sin diferenciación

Null Hypothesis: PIB has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.018573	0.1316
Test critical values: 1% level	-4.037668	
5% level	-3.448348	
10% level	-3.149326	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Tabla 16. Prueba de ADF en su primera diferenciación

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.229187	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.486551	
5% level	-2.886074	
10% level	-2.579931	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Como método para saber si existe una raíz unitaria, se da una regla de decisión al contrastar hipótesis nula y alternativa.

Sea $H_0: p=0$ la serie no estacionaria o existe una raíz unitaria y $H_1: p \neq 0$ la serie es estacionaria.

Así mismo, la regla de decisión de la prueba del ADF es la siguiente:

Si $|t^*| \leq | \text{Valor crítico} |$ entonces se rechaza a H_0 : Serie estacionaria

En forma contraria,

Si $|t^*| > |\text{Valor crítico}|$ entonces se acepta a H_0 : Serie no estacionaria

En esta forma, se observa que la serie del D(PIB) en su primera diferenciación corresponde a lo planteado en la prueba de test de ADF y por lo tanto se acepta la primera diferenciación por la razón de que para ningún intervalo para los que se evalúa el resultado de la serie tiene raíces unitarias de acuerdo a la regla de decisión.

Por lo tanto, al saber que en su primera diferenciación del test de ADF, se continua con la construcción del modelo ARIMA, al establecer que su primera diferenciación ($d=1$) es no estacionaria, es decir, la serie es integrada y posteriormente se obtiene los valores de p y q respectivamente utilizando el programa Eviews. Como se indica en la metodología de Box-Jenkins se tiene una forma peculiar de encontrar los valores al tratar de comprobar cuales son los valores de p y q que se adapten o expliquen con mayor concordancia al PIB.

Como regla de decisión para saber cual modelo es el más adecuado a la situación de la serie, se emplea los criterios de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn respectivamente que fueron generados, los cuales formulan criterios para la estabilidad de la serie seleccionada. Los resultados obtenidos por el Eviews del ARIMA se presentan a continuación:

Tabla 17. Tabla ARIMA

	Akaike(AIC)	Schwarz(SC)	Hannan Quinn(HQ)
ARMA(1,1)	-4.404	-4.335	-4.37
ARMA(1,2)	-4.727	0.463	-0.469
ARMA(1,3)	-4.797	-4.682	-4.75
ARMA(1,4)	-4.817	-4.679	-4.761

ARMA(2,1)	-4.402	-4.309	-4.364
ARMA(2,2)	-4.705	-4.59	-4.658
ARMA(2,3)	-4.784	-4.646	-4.728
ARMA(2,4)	-4.798	-4.636	-4.732
ARMA(3,1)	-4.866	-4.749	-4.818
ARMA(3,2)	-4.868	-4.729	-4.811
ARMA(3,3)	-5.112	-4.949	-5.046
ARMA(3,4)	-5.138	-4.395	-5.062
ARMA(4,1)	-4.968	-4.828	-4.911
ARMA(4,2)	-5.038	-4.875	-4.972
ARMA(4,3)	-5.126	-4.939	-5.05
ARMA(4,4)	-5.133	-4.923	-5.048

Como se puede observar en la tabla, la serie tiene una notable impresión al distribuirse como un modelo ARIMA (3, 1, 4) el cual indica que esta sería la mayor aproximación a la parte de la estimación dada para el PIB trimestral original.

Posteriormente, se trabaja el proceso ARCH o una variante, y se observa que toda la serie presenta *clusters* de volatilidad, inicialmente se aplica una regresión con solamente una constante para la ecuación de la media y se prueba si es eficaz usar la metodología ARCH o alguna variante para la estimación de los parámetros de la ecuación de la varianza. Es decir, usando Eviews se hace una regresión de mínimos cuadrados ordinarios y se prueba la existencia de efectos ARCH y en los residuales con la prueba ARCH incorporada por el programa Eviews.

Tabla 18. Prueba de efectos ARCH de la serie Dlog(PIB)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.697785	Prob. F(4,114)	0.0342
Obs*R-squared	10.29036	Prob. Chi-Square(4)	0.0358

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1981Q2 2010Q4
 Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000492	0.000200	2.456397	0.0155
RESID^2(-1)	0.063791	0.090243	0.706879	0.4811
RESID^2(-2)	-0.039922	0.090259	-0.442300	0.6591
RESID^2(-3)	0.063136	0.090267	0.699438	0.4857
RESID^2(-4)	0.269310	0.090702	2.969168	0.0036
R-squared	0.086474	Mean dependent var	0.000750	
Adjusted R-squared	0.054420	S.D. dependent var	0.001754	
S.E. of regression	0.001705	Akaike info criterion	9.869045	
Sum squared resid	0.000332	Schwarz criterion	9.752275	
Log likelihood	592.2082	Hannan-Quinn criter.	9.821629	
F-statistic	2.697785	Durbin-Watson stat	2.006738	
Prob(F-statistic)	0.034205			

Tanto el estadístico R^2 y F, exceden el valor crítico de la distribución Ji cuadrada con 4 grados de libertad, el número de rezagos para que se pruebe la existencia de efectos ARCH, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de la no existencia de efectos ARCH y por lo tanto es posible usar un modelo ARCH para modelar el comportamiento de la varianza a través del tiempo de la serie Dlog(PIB).

Por consiguiente, a continuación se prueba si es que la serie Dlog(PIB) tiene que presentar un efecto ARCH, utilizando un ARIMA(3,1,4) generándolo con el programa Eviews.

Tabla 19. Prueba de efectos ARCH de la serie Dlog(PIB) en el modelo ARMA(3,4)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	3.245857	Prob. F(4,111)	0.0147
Obs*R-squared	12.14741	Prob. Chi-Square(4)	0.0163

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1982Q1 2010Q4
 Included observations: 116 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000181	8.41E-05	2.148545	0.0338
RESID^2(-1)	0.305284	0.094657	3.225163	0.0017
RESID^2(-2)	-0.010273	0.098934	-0.103832	0.9175
RESID^2(-3)	0.035577	0.098900	0.359728	0.7197
RESID^2(-4)	0.071012	0.094404	0.752219	0.4535
R-squared	0.104719	Mean dependent var	0.000303	
Adjusted R-squared	0.072457	S.D. dependent var	0.000806	
S.E. of regression	0.000777	Akaike info criterion	11.44135	
Sum squared resid	6.69E-05	Schwarz criterion	11.32266	
Log likelihood	668.5983	Hannan-Quinn criter.	11.39317	
F-statistic	3.245857	Durbin-Watson stat	2.002968	
Prob(F-statistic)	0.014690			

Al generar nuevamente la prueba en el modelo ARCH o algunas variante, a fin de resaltar el efecto ARCH, si se presenta se obtienen valores de R^2 y F mayores a los valores críticos de la distribución Ji cuadrada con 4 grados de libertad, por lo que se confirma la presencia del efecto ARCH.

Por tal razón, el modelo ARCH, tiene un impacto muy importante en la estimación de la volatilidad de las series tratadas.

En función de las variables de $Dlog(PIB)$, la tasa de crecimiento de las reservas ($tcreservas$) y la tasa de crecimiento del precio de la mezcla mexicana ($tcpreciomezclamexicana$) se busca el modelo ARCH más adecuado para el estudio, el cual se conformo con las variables de $Dlog(PIB)$ trimestral originado de un modelo ARIMA(3,1,4) y teniendo como variables dependientes la tasa de decrecimiento de las reservas y la tasa de crecimiento del precio del petróleo, originando con el programa Eviews el cual genera una serie de modelos ARCH y GARCH, y de esta forma se decide cuál es el mejor pronóstico ante la volatilidad que se genera con las tres series de tiempo que se emplearon en el estudio.

Tabla 20. Resultados con diferentes modelos de ARCH

	Akaike(AIC)	Schwarz(SC)	Hannan Quinn(HQ)
ARCH(1)	-5.145	-4.867	-5.032
ARCH(2)	-5.08	-4.78	-4.957
ARCH(3)	-4.768	-4.423	-4.635
ARCH(4)	-4.747	-4.399	-4.606
ARCH(5)	-4.738	-4.367	-4.587
ARCH(6)	-4.917	-4.524	-4.737
GARCH(1,0)	-5.163	-4.884	-5.05
GARCH(0,1)	-5.145	-4.866	-5.032
GARCH(1,1)	-5.557	-5.254	-5.433
GARCH(1,2)	-4.86	-4.535	-4.728
GARCH(2,1)	-5.063	-4.738	-4.931
GARCH(1,3)	-4.92	-4.571	-4.778
GARCH(2,3)	-4.842	-4.47	-4.691
GARCH(3,1)	-4.656	-4.308	-4.515

GARCH(3,2)	-4.842	-4.494	-4.728
GARCH(3,3)	-4.888	-4.494	-4.728

Al revisar la tabla originada por el programa Eviews, ante todo el modelo GARCH (1,1) por la teoría de decisión de los estadísticos de (AIC, SC, HQ), es la forma más representativa del modelo de volatilidad que tiene la mayor aproximación teniéndolo distribuido como un modelo ARIMA, tasa de crecimiento de reservas y tasa de crecimiento del precio de la mezcla mexicana. La representación del modelo GARCH seleccionado viene dada de la siguiente manera:

Tabla 21. Modelo GARCH(1,1)

Dependent Variable: DLOG(PIB)
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Sample (adjusted): 1981Q1 2010Q4
Included observations: 120 after adjustments
Convergence achieved after 44 iterations
MA Backcast: 1980Q1 1980Q4
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(9) + C(10)*RESID(-1)^2 + C(11)*GARCH(-1) + C(12)
*TCRESERVAS + C(13)*TCPRECIOMEZCLAMEXICANA

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.010862	0.001160	9.367808	0.0000
AR(1)	-1.077212	0.026291	-40.97270	0.0000
AR(2)	-1.022171	0.015956	-64.06280	0.0000
AR(3)	-1.052394	0.026212	-40.14985	0.0000
MA(1)	1.084747	0.054844	19.77892	0.0000
MA(2)	1.393892	0.038855	35.87459	0.0000
MA(3)	0.957364	0.052763	18.14474	0.0000
MA(4)	0.487968	0.043702	11.16590	0.0000

Variance Equation				
C	4.12E-06	4.64E-05	0.088904	0.9292
RESID(-1)^2	1.135556	0.371165	3.059438	0.0022
GARCH(-1)	-0.008688	0.060989	-0.142445	0.8867
TCRESERVAS	-0.005682	0.004779	-1.189030	0.2344

TCPRECIOMEZCLAMEX	-0.000363	0.000149	-2.430809	0.0151
R-squared	0.483352	Mean dependent var	0.005948	
Adjusted R-squared	0.451062	S.D. dependent var	0.027486	
S.E. of regression	0.020365	Akaike info criterion	5.556110	
Sum squared resid	0.046449	Schwarz criterion	5.254131	
Log likelihood	346.3666	Hannan-Quinn criter.	5.433475	
Durbin-Watson stat	2.008038			

GARCH=4.12493391054e-06+1.13555575023*RESID(-1)^2-0.0086876146804*GARCH(-1)-0.0056822233354*TCRESERVAS-0.000363349134453*TCPRECIOMEZCLAMEXICANA

Pero no solamente parece ser que los estadísticos dados para seleccionar un modelo de tipo ARCH son significativos totalmente, ya que al revisar los estadísticos AIC, SC y HQ y seleccionar el modelo que represente la mayor precisión del modelo de volatilidad mediante la revisión de los valores más significativos en la Prob, uno de los más estables para poder dar una aproximación certera, es el modelo GARCH(1,0).

Tabla 22. Modelo GARCH(1,0)

Dependent Variable: DLOG(PIB)
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Sample (adjusted): 1981Q1 2010Q4
Included observations: 120 after adjustments
Convergence achieved after 27 iterations
MA Backcast: 1980Q1 1980Q4
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(9) + C(10)*GARCH(-1) + C(11)*TCRESERVAS + C(12)*TCPRECIOMEZCLAMEXICANA

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.006909	0.001621	4.262822	0.0000
AR(1)	-1.035797	0.024812	-41.74523	0.0000
AR(2)	-1.021055	0.032069	-31.83922	0.0000

AR(3)	-0.984491	0.019275	-51.07541	0.0000
MA(1)	1.033095	0.077295	13.36561	0.0000
MA(2)	1.012169	0.103206	9.807246	0.0000
MA(3)	0.837607	0.104284	8.032016	0.0000
MA(4)	0.127105	0.102877	1.235509	0.2166
Variance Equation				
C	7.58E-05	2.22E-05	3.414911	0.0006
GARCH(-1)	0.840181	0.038579	21.77812	0.0000
TCRESERVAS	0.002073	0.000924	2.244616	0.0248
TCPRECIOMEZCLAMEX ICANA	-0.000433	0.000105	-4.130116	0.0000
R-squared	0.573672	Mean dependent var		0.005948
Adjusted R-squared	0.547027	S.D. dependent var		0.027486
S.E. of regression	0.018499	Akaike info criterion		5.163630
Sum squared resid	0.038329	Schwarz criterion		4.884881
Log likelihood	321.8178	Hannan-Quinn criter.		5.050428
Durbin-Watson stat	1.719094			

GARCH=7.579683734e-05+0.840181482813*GARCH(-1)+0.00207295856238*TCRESERVAS-0.000433488847507*TCPRECIOMEZCLAMEXICANA

Los resultados muestran que existen dos aproximaciones para modelar la volatilidad, entonces la presentación de resultados en forma de tabla es más útil, con la finalidad de decidir la aproximación más adecuada, se generan las tablas de pronóstico y se revisa los datos que el programa Eviews origina.

Tabla 23. Pronóstico de volatilidad GARCH(1,0)

Forecast: PIBF
 Actual: PIB
 Forecast sample: 1980Q1 2010Q4
 Adjusted sample: 1981Q1 2010Q4
 Included observations: 120

Root Mean Squared Error	121071.1
Mean Absolute Error	75776.54
Mean Absolute Percentage Error	1.166777
Theil Inequality Coefficient	0.009164
Bias Proportion	0.003231
Variance Proportion	0.000032
Covariance Proportion	0.996737

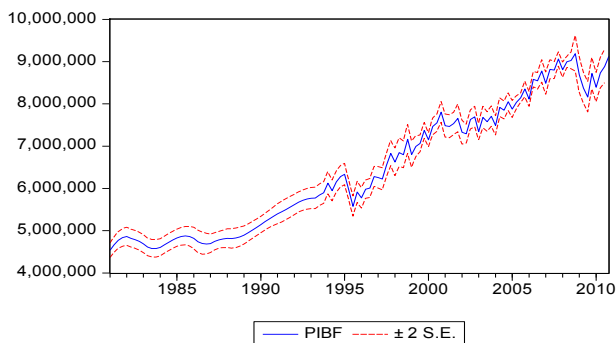
Tabla 24. GARCH(1,1).

Forecast: PIBF	
Actual: PIB	
Forecast sample: 1980Q1 2010Q4	
Adjusted sample: 1981Q1 2010Q4	
Included observations: 120	
<hr/> <hr/>	
Root Mean Squared Error	134475.2
Mean Absolute Error	86319.21
Mean Absolute Percentage Error	1.303544
Theil Inequality Coefficient	0.010162
Bias Proportion	0.043345
Variance Proportion	0.004208
Covariance Proportion	0.952446

A continuación se revisa los diferentes estadísticos que Eviews, muestra la relación a los modelos y se da una concordancia en los valores más pequeños que arroja Eviews, obteniéndose que la mejor aproximación del modelo es un GARCH(1,0). Por lo tanto, el modelo seleccionado existe una mayor concordancia para el estudio de las variables anteriormente seleccionadas, entonces la finalidad del estudio fue representado por el modelo GARCH(1,0).

A continuación se origina el pronóstico de la varianza y se muestra la volatilidad que afecta a las variables elegidas en el estudio.

Tabla 25. Pronóstico de la varianza en GARCH(1,0)



Forecast:	PIBF
Actual:	PIB
Forecast sample:	1980Q1 2010Q4
Adjusted sample:	1981Q1 2010Q4
Included observations:	120
Root Mean Squared Error	121071.1
Mean Absolute Error	75776.54
Mean Abs. Percent Error	1.166777
Theil Inequality Coefficient	0.009164
Bias Proportion	0.003231
Variance Proportion	0.000032
Covariance Proportion	0.996737

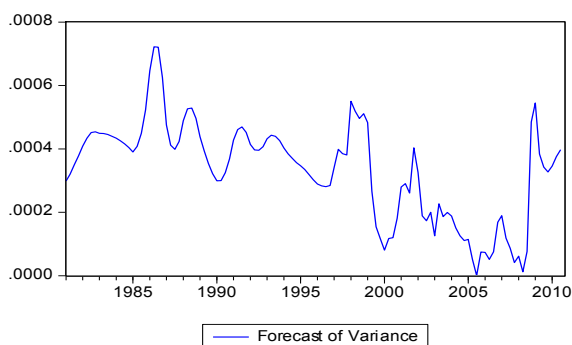
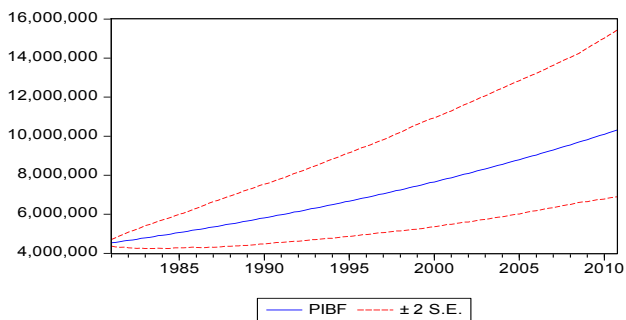
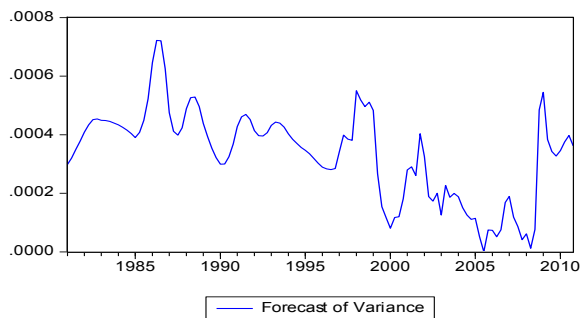


Tabla 27. Pronóstico de la Dlog(PIB) y de la varianza



Forecast:	PIBF
Actual:	PIB
Forecast sample:	1980Q1 2010Q4
Adjusted sample:	1981Q1 2010Q4
Included observations:	120
Root Mean Squared Error	699918.5
Mean Absolute Error	615998.3
Mean Abs. Percent Error	9.535690
Theil Inequality Coefficient	0.050591
Bias Proportion	0.738106
Variance Proportion	0.079204
Covariance Proportion	0.182690



Como se aprecia, la varianza condicional a corto plazo aumenta con un ritmo rápido y tiende a incrementarse en el tiempo, y en la figura de *Forecast of variance* se induce que la volatilidad condicional estimada a partir de un modelo GARCH (1,0) entre la volatilidad histórica del PIB tienen una aproximación aceptable entre ellas.

3.5 Conclusiones de la modelación

El análisis que se empleo paso a paso en este estudio dio como resultado que el pronóstico de volatilidad en el modelo GARCH(1,0) es el más representativo , por lo tanto presenta el mejor resultado de la volatilidad.

En particular las variables dan una representación de cómo se comporta la volatilidad a través del tiempo, utilizando las series anteriormente señaladas, esto origina un riesgo en la declinación de reservas del país y el aumento del precio del petróleo, el cual afecta puntualmente al crecimiento del país de México.

Sin embargo, cabe mencionar la congruencia que existe en el pronóstico de la volatilidad que nos señala, si existe un cambio repentino, entonces se originara un cambio automático en las variables.

Es importante marcar que el modelo GARCH(1,0), es el mejor ajuste que podemos marcar en el estudio en relación a las variables de Reservas, Precio de petróleo y Producto Interno Bruto de México. Por lo que se puede concluir, que existe un riesgo en el crecimiento económico de México causado por la declinación de las reservas y el precio del petróleo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Establecer las bases para un futuro energético sustentable que deberá basarse tanto en la gestión racional de la demanda, es decir en el ahorro y la eficiencia energética, como en la optimización de la oferta, es decir en las energías de fuentes renovables, las únicas sustentables en este momento.

Emitir una política de administración de reservas petroleras, similar a la de los Estados Unidos a fin de garantizar el abasto de energía a la sociedad y aumentar el tiempo en que se presente el agotamiento.

Evaluar el impacto del agotamiento total de las reservas con la finalidad de generar un fondo que permita transitar entre el uso de combustibles fósiles a alternativos.

Las autoridades económicas deben plantearse si el entorno actual de políticas facilita un ajuste a variaciones inesperadas de la escasez de petróleo. Segundo, debe considerarse la adopción de políticas encaminadas a reducir el riesgo de escasez de petróleo, incluido a través del desarrollo de otras fuentes energéticas sostenibles.

Diversificar el suministro energético, mejorar las oportunidades de inversión y garantizar que las fuerzas de mercado actúan con la mayor transparencia y eficiencia son algunas de las medidas políticas que pueden ayudar a sostener un mercado energético estable.

México debería considerar una reforma fundamental de su sistema tributario en vista de la necesidad de un aumento en el gasto para combatir la pobreza, invertir en infraestructura, aliviar los déficits presupuestarios y reducir la dependencia de los ingresos relacionados con el petróleo.

GLOSARIO DE CONCEPTOS

Aceite ligero. La densidad de este aceite es mayor a 27 grados API, pero menor o igual a 38 grados.

Aceite pesado. Es aquél cuya densidad es menor o igual a 27 grados API.

Aceite superligero. Su densidad es mayor a los 38 grados API.

Aguas Profundas. La exploración y explotación de yacimientos de "Aguas Profundas" se refiere a la exploración y explotación de regiones, ubicadas en tirantes de agua mayores a 500 metros (distancia entre la superficie y el lecho marino). (PEMEX, preguntas sobre aguas profundas:2008).

Análisis macroeconómico. Permite obtener una visión simplificada de la economía que permite actuar sobre el nivel de actividad económica de un país o conjunto de países. La macroeconomía se encarga del estudio de variables económicas agregadas.

Barril de petróleo. Unidad de volumen utilizada en la industria del petróleo. Equivale a 158.9873 litros (42 galones de Estados Unidos).

Bien. Es todo aquello que satisface, directa o indirectamente. Los deseos o necesidades de los seres humanos.

Bienes económicos. Son limitados o escasos. Al precio cero la demanda es mayor que la oferta.

Bienes libres. Para cualquier precio de mercado la oferta supera a la demanda.

Campo. Área consistente de uno o múltiples yacimientos, todos ellos agrupados o relacionados de acuerdo a los mismos aspectos geológicos estructurales y/o condicionantes estratigráficas. Pueden existir dos o más yacimientos en un campo separados verticalmente por una capa de roca impermeable o lateralmente por barreras geológicas, o por ambas.

Campos en producción. Campos con pozos en explotación, es decir que no están taponados. Incluye pozos que están operando como productores o inyectores, así como pozos cerrados con posibilidad de explotación.

Canasta Básica. La canasta básica es un subconjunto de la canasta de bienes y servicios del Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Ciclo económico. Es el análisis macro económico de la sociedad en su conjunto // Las fluctuaciones de diferentes variables macroeconómicas en las distintas ramas de la economía de un país // Sucesión de hechos de contenido económico que se repiten regularmente.

La oscilación de la actividad económica alrededor de una posición de equilibrio en la que se suceden períodos de prosperidad y de depresión. Como indicador o medida de la actividad económica se suele tomar el producto interior bruto o renta nacional, aunque puede tomarse también el volumen de empleo, la inversión, la producción industrial, etcétera; o el volumen de ventas, y también la rentabilidad económica o rentabilidad de los activos, cuando la observación del comportamiento cíclico se refiere a la actividad de una empresa o de un sector productivo y no al conjunto de la actividad económica nacional.

Combustible. Material que al combinarse con el oxígeno, reacciona con desprendimiento del calor (es combustible aunque no se inflame). Por extensión, sustancia capaz de producir energía por procesos distintos al de oxidación (tales como una reacción química con un componente diferente al oxígeno), incluyéndose también en esta acepción a los materiales fisiónables y fusiónables (energía nuclear).

Complejo. Serie de campos que comparten instalaciones superficiales de uso común.

Contabilidad Nacional. Imagen de la economía de un país. A cargo de INEGI.

Condensados. Hidrocarburos líquidos del gas natural que se recuperan en instalaciones de separación en campos productores de gas asociado y no asociado, generalmente

pentanos y más pesados. Incluyen hidrocarburos líquidos recuperados de gasoductos, los cuales se forman por condensación durante el transporte de gas natural.

Crecimiento económico. Cambio cuantitativo o expansión de la economía de un país. Según los usos convencionales, el crecimiento económico se mide como el aumento porcentual del producto interno bruto (PIB) o el producto nacional bruto (PNB) en un año. Puede ocurrir de dos maneras: una economía puede crecer de manera "extensiva" utilizando más recursos (como el capital físico, humano o natural) o bien de manera "intensiva", usando la misma cantidad de recursos con mayor eficiencia (en forma más productiva). Cuando el crecimiento económico se produce utilizando más mano de obra, no trae como resultado el aumento del ingreso por habitante (véase el Capítulo 4); cuando se logra mediante un uso más productivo de todos los recursos, incluida la mano de obra, trae aparejado un incremento del ingreso por habitante y la mejora del nivel de vida, como promedio, de la población. El crecimiento económico intensivo es condición del desarrollo económico.

Deflación. El ajuste de una variable económica medida en términos de dinero por un índice de precios, con el objeto de dar una apreciación del cambio en la variable en términos verdaderos o reales. Reducción en el nivel de la actividad económica en una economía. La deflación dará por resultado niveles más bajos de la renta nacional, empleos, importaciones y tarifas más bajas de aumento de los salarios y los precios.

Densidad. Propiedad intensiva de la materia que relaciona la masa de una sustancia y su volumen a través del cociente entre estas dos cantidades. Se expresa en gramos por centímetro cúbico, o en libras por galón.

Densidad API. Medida de la densidad de los productos líquidos del petróleo, derivado a partir de su densidad relativa de acuerdo con la siguiente ecuación: $Densidad\ API = (141.5 / \text{densidad\ relativa}) - 131.5$. La densidad API se expresa en grados; así por ejemplo la densidad relativa con valor de 1.0 equivale a 10 grados API.

Desarrollo Económico. Es la capacidad de países o regiones para crear riqueza a fin de promover, mantener la prosperidad, bienestar económico y social de sus habitantes //

Cambio cualitativo y reestructuración de la economía de un país en relación con el progreso tecnológico y Sociales. El principal indicador del desarrollo económico es el aumento del PNB per cápita (o PIB per cápita), que refleja el incremento de la productividad económica y del bienestar material, como promedio, de la población de un país. El desarrollo económico está estrechamente vinculado al crecimiento económico.

Economía. La economía es la ciencia que se ocupa de la manera en que se administran y se utilizan unos recursos que son escasos, con objeto de producir bienes y servicios y distribuirlos para su consumo entre los miembros de una sociedad.

Embargo. Es la prohibición de comerciar y negociar con un determinado país.

Energía bruta. Es aquella energía, primaria o secundaria, a la cual no se le han deducido las pérdidas de transformación, transmisión, transporte, distribución, almacenamiento y utilización.

Energía neta. Es aquella energía, primaria o secundaria, cuyo destino es el consumo, y a la cual se le han deducido las pérdidas de transformación, transmisión, transporte, distribución y almacenamiento.

Energía primaria. Es la energía tal cual es provista por la naturaleza. En forma directa, como la hidráulica, eólica y solar; después de atravesar un proceso minero como los hidrocarburos, el carbón mineral, los minerales fisionables y la geotermia. A través de la fotosíntesis: como la leña, los residuos de biomasa (originados en las actividades urbana, agropecuaria y agroindustrial) y las plantaciones para energía.

Energía renovable. Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Energía secundaria o transformada. Es aquella obtenida a partir de una fuente primaria u otra secundaria, después de sufrir un proceso físico, químico o bioquímico que modifica sus características iniciales.

Escasez. Esta aparece cuando los recursos disponibles no son suficientes para satisfacer las necesidades de los mismos que manifiestan los agentes económicos.

Estimulación. Proceso de acidificación o fractura llevado a cabo para agrandar conductos existentes o crear nuevos en la formación productora de un pozo.

Externalidades. Efectos de las actividades de una persona o una empresa en otros, por los cuales no se otorga ninguna compensación. Las externalidades pueden perjudicar o beneficiar a otros, es decir, pueden ser negativas o positivas. Una externalidad negativa surge cuando una compañía contamina el medio ambiente para producir sus bienes y no compensa a los pobladores locales perjudicados. La educación primaria, por ejemplo, produce externalidades positivas, pues beneficia no sólo a los alumnos del nivel primario sino también a la sociedad en general. Los gobiernos pueden reducir las externalidades negativas reglamentando y gravando la producción de bienes con externalidades negativas, y pueden aumentar las positivas subvencionando la producción de bienes con externalidades positivas o, directamente, suministrándolos.

Factores de producción. Los recursos naturales, el trabajo, el capital, la iniciativa empresarial y la tecnología (condiciona la forma de utilizar los cuatro factores).

Fondo de estabilización. es un mecanismo mediante el cual puede guardarse o utilizarse recursos con el objetivo central de estabilizar a una variable agregada específica. En el caso concreto de un flujo de ingresos con alta volatilidad derivado de la venta de un producto (commodity) y cuya propiedad es estatal, enfrentamos el problema de impactos indeseados en el corto plazo sobre el ingreso y el consumo gubernamental. La importancia de estabilizar el flujo de los ingresos gubernamentales reside en la necesidad de estabilizar los gastos.

Future Markets. Un mercado de subasta en la que los participantes compran y venden los productos básicos / contratos futuros para la entrega en una fecha futura determinada.

Hidrocarburo. Compuesto de hidrógeno y carbono, que pueden presentarse en los estados líquido, sólido o gaseoso. Los principales son: el petróleo, el gas natural y los asfaltos.

Indicador. Un indicador es una medición que permite el seguimiento y evaluación periódica de las variables claves de la organización, mediante comparaciones con sus correspondientes referentes internos y externos.

Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). Es un indicador económico diseñado específicamente para medir el cambio promedio de los precios en el tiempo, mediante una canasta ponderada de bienes y servicios representativa del consumo de las familias urbanas de México.

Industria. Sector de una economía que incluye la minería, la construcción, la actividad fabril, la electricidad, el gas y el agua.

Industrialización. Etapa del desarrollo económico de un país en la cual la industria crece más que el sector agropecuario y paulatinamente pasa a ocupar el lugar preponderante en la economía.

Inflación. Fenómeno económico que se manifiesta a través de una reducción en el poder adquisitivo del dinero, a causa de una elevación de los precios. En términos generales un proceso inflacionario se inicia cuando la demanda global es mayor que la cantidad de bienes y servicios disponibles al consumidor, por lo que las empresas aumentan su producción y por lo tanto el empleo de factores productivos; si la economía dispone de recursos ociosos, lo que a su vez causa un incremento en los costos del producto y éstos, mayores precios.

Intensidad energética. Cuánta energía se requiere para generar una unidad de PIB.

Límite económico. Es el punto en el cual los ingresos obtenidos por la venta de los hidrocarburos se igualan a los costos incurridos en su explotación.

Macroeconomía. Se fija en el funcionamiento de la economía en su conjunto, analiza los indicadores agregados.// Estudia el funcionamiento de la economía en su conjunto.

Microeconomía. Estudio de los mercados de productos y factores, se centra en el comportamiento de los agentes individuales.

NYMEX. (New York Mercantile Exchange o mercado de futuros de Nueva York), Mercado donde se comercializan contratos de futuros de mercancías.

Países de ingreso alto. Son los clasificados en 1997 por el Banco Mundial como los países cuyo PNB per cápita era de \$9.386 ó más en 1995. El grupo incluye tanto países desarrollados como economías de ingreso alto en desarrollo.

Países de ingreso bajo. Son los clasificados en 1997 por el Banco Mundial como los países cuyo PNB per cápita era de \$765 o menos en 1995.

Países de ingreso mediano. Son los clasificados en 1997 por el Banco Mundial como los países cuyo PNB per cápita era de \$766 a \$9.385 en 1995. Se dividen, a su vez, en países de ingreso mediano bajo (\$766-\$3.035) y países de ingreso mediano alto (\$3.036-\$9.385).

Perturbaciones cortas. En general menores a cinco años, que se originan por ejemplo, en shocks macroeconómicos internacionales, burbujas de activos y crisis financieras, algunas guerras, ciertas políticas públicas nacionales o de algunos países relevantes para el comercio mexicano.

Petajoule. Un petajoule = 10^{15} joules. Un joule es la cantidad de energía que se utiliza para mover un kilogramo masa a lo largo de una distancia de un metro, aplicando una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

Petróleo. Mezcla de hidrocarburos compuesta de combinaciones de átomos de carbono e hidrógeno y que se encuentra en los espacios porosos de la roca. El petróleo crudo puede contener otros elementos de origen no metálico como azufre, oxígeno y nitrógeno, así como trazas de metales como constituyentes menores. Los compuestos que forman el petróleo pueden estar en estado gaseoso, líquido o sólido, dependiendo de su naturaleza y de las condiciones de presión y temperatura existentes.

Petróleo crudo. Excluye la producción de condensados y la del líquido del gas natural obtenidos en plantas de extracción de licuables. El petróleo crudo se considera pesado o ligero según los siguientes criterios:

- **Pesado.** Petróleo crudo con densidad API igual o inferior a 27°.
- **Ligero.** Petróleo crudo con densidad API superior a 27° y hasta 30°.
- **Superligero.** Petróleo crudo con densidad API superior a 38°.

Petróleo crudo equivalente. El petróleo crudo equivalente es una forma utilizada a nivel internacional para reportar el inventario total de hidrocarburos. Su valor resulta de adicionar los volúmenes de aceite crudo, de condensados, de los líquidos en planta y del gas seco equivalente a líquido.

Petróleo crudo Itsmo. Petróleo mexicano ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso.

Petróleo crudo Maya. Petróleo mexicano pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.

Petróleo crudo Olmeca. Petróleo mexicano superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.

PNB per cápita. Producto nacional bruto (PNB) de un país dividido por el número de habitantes. Indica el ingreso que cada persona tendría si el PNB se dividiera en partes iguales. También se lo denomina ingreso per cápita. El PNB per cápita resulta útil para medir la productividad económica, pero, por sí solo, no mide el bienestar de la población ni el éxito de un país que trata de mejorar su desarrollo. No indica de qué manera está distribuido el ingreso de un país entre sus ciudadanos. No refleja el daño que los procesos de producción ocasionan a los recursos naturales y al medio ambiente. No toma en cuenta el trabajo no remunerado que se realiza en los hogares o las comunidades, ni la producción que tiene lugar en la economía paralela. Atribuye valor a todo lo que se produce, ya sea que perjudique o contribuya al bienestar general (desde los medicamentos hasta las armas químicas, por ejemplo), y pasa por alto el valor de elementos como el tiempo libre y la libertad, que hacen al bienestar de la población.

Pozos. Según su objetivo o función, los pozos se clasifican en exploratorios y de desarrollo.

Precios constantes. Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio, cuyo valor está expresado a precios de un año base.

Precios corrientes. Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio, calculada al momento de la operación; asimismo, se emplea para referirse a los valores de las mercancías expresados a los precios vigentes en cada año.

Producto interno bruto (PIB). El valor de todos los servicios y bienes finales producidos en un país en un año (véase también producto nacional bruto). El PIB se puede medir sumando todos los ingresos de una economía (salarios, intereses, utilidades y rentas) o los gastos (consumo, inversión, compras del Estado y exportaciones netas [exportaciones menos importaciones]). De ambas formas se debería llegar al mismo resultado, porque el gasto de una persona es siempre el ingreso de otra, de modo que la suma de todos los ingresos debe ser igual a la suma de todos los gastos.

Producto nacional bruto (PNB). Valor de todos los servicios y bienes finales producidos en un país en un año (producto interno bruto) más los ingresos que los residentes en el país han recibido del exterior, menos los ingresos correspondientes a los no residentes. El PNB de un país puede ser muy inferior a su PIB si gran parte de los ingresos derivados de la producción se distribuye a personas o empresas extranjeras. Pero, por el contrario, si personas o empresas de un país poseen grandes cantidades de acciones y bonos de empresas o Estados de otros países, y reciben ingresos por ello, el PNB puede ser superior al PIB. Para la mayoría de los países, sin embargo, la diferencia entre estos indicadores estadísticos es insignificante. La palabra "bruto" indica que el valor que se pierde por el desgaste normal del capital utilizado en la producción no se ha deducido del valor del total de la producción. Si se dedujera, tendríamos una medición que se denomina producto interno neto (PIN), también conocido como ingreso nacional. Muchas veces las palabras "producto" e "ingreso" se usan en forma intercambiable, de modo que el PNB per cápita PNB per cápita ingreso per cápita.

Productos manufacturados. Son los elaborados utilizando productos primarios. Incluyen, por ejemplo, desde petróleo y acero, hasta productos cocidos y textiles.

Productos primarios. Bienes que se venden (para consumo o producción) en el estado en que se encuentran en la naturaleza. Son ejemplos el petróleo, el carbón, el hierro y productos agrícolas como el trigo o el algodón. También se los denomina productos básicos o “commodities”.

Recesión. En economía se entiende por recesión el periodo en el que se disminuye la actividad económica de un país o región, medida a través de la bajada del Producto interior bruto real, durante un periodo prolongado de tiempo.

Recuperación mejorada. Es la recuperación de aceite por medio de la inyección de materiales que normalmente no están presentes en el yacimiento y que modifican el comportamiento dinámico de los fluidos residentes. La recuperación mejorada no se restringe a alguna etapa en particular de la vida del yacimiento (primaria, secundaria o terciaria).

Recuperación primaria. Extracción del petróleo utilizando únicamente la energía natural disponible en los yacimientos para desplazar los fluidos, a través de la roca del yacimiento hacia los pozos.

Recuperación secundaria. Técnicas de extracción adicional de petróleo después de la recuperación primaria. Esta incluye inyección de agua, o gas con el propósito en parte de mantener la presión del yacimiento.

Recursos productivos. Los insumos principales para la producción. Tradicionalmente, los economistas clasifican los factores de producción en tres categorías: trabajo, tierra y capital. Últimamente, los economistas distinguen tres tipos de capital: el capital físico (o producido), el capital humano y el capital natural.

Renta petrolera. La renta petrolera es la diferencia entre el valor de los hidrocarburos extraídos del subsuelo a precios de venta en el mercado internacional, menos los costos de extracción o, dicho de manera más sencilla, es los ingresos menos los costos, de tal manera que la renta petrolera es lo que queda para repartir

Valor de los hidrocarburos - costos de extracción = renta petrolera

Reservas. Son las cantidades de hidrocarburos que se prevé serán recuperadas comercialmente, mediante la aplicación de proyectos de desarrollo, de acumulaciones conocidas, desde una cierta fecha en adelante, bajo condiciones definidas. Las reservas deben además satisfacer cuatro criterios: deben estar descubiertas, ser recuperables, comerciales y mantenerse sustentadas (a la fecha de evaluación) en un(os) proyecto(s) de desarrollo. Las reservas son además categorizadas de acuerdo con el nivel de certidumbre asociado a las estimaciones y pueden sub-clasificarse en base a la madurez del proyecto y caracterizadas conforme a su estado de desarrollo y producción. La certidumbre depende principalmente de la cantidad y calidad de la información geológica, geofísica, petrofísica y de ingeniería, así como de la disponibilidad de esta información al tiempo de la estimación e interpretación. El nivel de certidumbre se usa para clasificar las reservas en una de dos clasificaciones principales, probadas o no probadas.

Reserva 1P. Es la reserva probada.

Reservas 2P. Suma de las reservas probadas más las reservas probables.

Reservas 3P. Suma de las reservas probadas más las reservas probables más las reservas posibles.

Reservas económicas. Producción acumulada que se obtiene de un pronóstico de producción en donde se aplican criterios económicos.

Reservas probadas. Las reservas probadas son volúmenes estimados de crudo, gas natural y líquidos de gas natural, los cuales pueden ser estimados con una certeza razonable por medio de geociencia o datos de ingeniería para convertirse en económicamente productivos considerando la fecha de inicio, que provenga de reservas conocidas y bajo condiciones económicas existentes, métodos de operación y regulaciones gubernamentales-con anterioridad al momento en que los contratos que otorgan el derecho a operar expiren, a menos que exista evidencia que indique que existe una certeza razonable de renovación, independientemente de que se usen métodos determinísticos o probabilísticos para la estimación. El proyecto de extracción de

hidrocarburos deberá haber comenzado o el operador deberá tener una certeza razonable que iniciará el proyecto dentro de un plazo razonable.

Reservas probables. Las reservas probables son aquellas reservas donde el análisis de la información geológica y de ingeniería de los yacimientos en estudio sugiere que son más factibles de ser comercialmente recuperables, que de no serlo. Si se emplean métodos probabilistas para su evaluación, habrá una probabilidad de al menos 50% de que las cantidades a recuperar sean iguales o mayores que la suma de las reservas probadas más probables, también llamada reserva 2P.

Reservas posibles. En cuanto a las reservas posibles, son aquellos volúmenes de hidrocarburos cuya información geológica y de ingeniería sugiere que es menos segura su recuperación comercial que las reservas probables. De acuerdo con esta definición, cuando son utilizados métodos probabilistas, la suma de las reservas probadas, probables y posibles o reserva 3P, tendrá al menos una probabilidad de 10% de que las cantidades realmente recuperadas sean iguales o mayores.

Riesgo económico. La posibilidad de que la autoridad económica no logre maximizar la tasa de crecimiento económico y minimizar su volatilidad, lo cual conduce a un nivel de bienestar actual y futuro menor al posible.

Sector agropecuario. Energía consumida para desempeñar todas las actividades relacionadas directamente con la agricultura y la ganadería. Ejemplos de este consumo son la electricidad necesaria para el bombeo de agua y riego, los combustibles utilizados en la agricultura mecanizada, en la ganadería, entre otros.

Sector Industrial. Este rubro comprende el consumo de energía de los procesos productivos del sector industrial en el que destacan 16 ramas identificadas: siderurgia, Pemex Petroquímica, química, azúcar, cemento, minería, celulosa y papel, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, automotriz, aguas envasadas, construcción, aluminio, hule y tabaco. Incluye el consumo de combustibles para autogeneración.

Sector residencial, comercial y público.

- Residencial: es el consumo de combustibles en los hogares urbanos y rurales del país. Su principal uso es para cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, iluminación, refrigeración y planchado;
- Comercial: es el consumo de energía en locales comerciales, restaurantes, hoteles, entre otros, y
- Servicio público: este sector incluye el consumo de energía en el alumbrado público, en el bombeo de agua potable y aguas negras, así como en la tarifa temporal.

Sector Transporte.

- Autotransporte: incluye la energía consumida en los servicios de transporte terrestre para el movimiento de personas y carga; Aéreo: se refiere al combustible que se consume en vuelos nacionales e internacionales. No se incluyen las compras que las líneas aéreas hacen en el extranjero;
- Ferroviario: se refiere al consumo realizado por los distintos concesionarios particulares del transporte ferroviario en el país, incluyendo los sistemas de transporte colectivo;
- Marítimo: incluye las ventas nacionales de combustibles a la marina mercante, la armada nacional, empresas pesqueras y embarcaciones en general;
- Eléctrico: es el total de energía eléctrica consumida en el servicio público de transporte eléctrico para la movilización de personas.

Spot markets. Es un mercado de las finanzas públicas, en que los instrumentos financieros o materias primas se negocian para entrega inmediata

Tasa de restitución de reservas. Indica la cantidad de hidrocarburos que se reponen o incorporan por nuevos descubrimientos con respecto a lo que se produjo en un periodo dado. Es el cociente que resulta de dividir los nuevos descubrimientos por la producción durante un periodo de análisis, y generalmente es referida en forma anual y expresada en términos porcentuales.

Tipo de cambio. Es el precio al que se valúa la moneda nacional con relación a una moneda extranjera. Resulta de una importancia práctica directa para aquellos comprometidos en transacciones con el exterior, ya sea por comercio o inversión.

Uso de energía per cápita. Cantidad de energía que un país consume en determinado período de tiempo –por lo general, un año– dividida entre el número de sus habitantes. Incluye los combustibles fósiles consumidos por máquinas (como los automóviles), así como la electricidad generada mediante la energía nuclear, geotérmica, hidroeléctrica y combustibles fósiles. Independientemente del origen, el uso de energía per cápita se mide en cantidades equivalentes de petróleo. Si bien es abundante en algunos países en desarrollo, la energía derivada de la biomasa –leña, carbón, estiércol– no se toma en cuenta en esta estadística porque no existen datos confiables.

Variable endógena. Las variables endógenas se explican dentro de un modelo económico a partir de sus relaciones con otras variables (que a su vez pueden ser endógenas o exógenas).

Variable exógena. Las variables exógenas están determinadas fuera del modelo, es decir, están predeterminadas, el modelo las toma como fijas y mantienen siempre el mismo valor.

WTI. West Texas Intermediate es un promedio, en cuanto a calidad, del petróleo producido en los campos occidentales del estado de Texas.

Yacimiento. Porción de trampa geológica que contiene hidrocarburos, que se comporta como un sistema hidráulicamente interconectado, y donde los hidrocarburos se encuentran a temperatura y presión elevadas ocupando los espacios porosos.

BIBLIOGRAFÍA

- AIE (agencia Internacional de Energía). www.iea.org.
- Agencia Internacional de la Energía. (2010). Key World Energy Statistics.
- Akinlo, A. (September 01, 2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 Sub-Sahara African countries. *Energy Economics*, 30, 5, 2391-2400.
- Barsky, R. B., & Kilian, L. (January 01, 2004). "Oil and the Macroeconomy since the 1970s". *The Journal of Economic Perspectives: a Journal of the American Economic Association*, 18, 4, 115.
- British Petroleum (2010). Statistical review of World Energy (Varios años 2008-2010).
- Bruno, M., & Sachs, J. (1985). *Economics of worldwide stagflation*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Burbidge, J., & Harrison, A. (January 01, 1984). Testing for the Effects of Oil-Price Rises using Vector Autoregressions. *International Economic Review*, 25, 2, 459-484.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), Cámara de Diputados, 2002, Estadísticas Históricas de los Ingresos Públicos en México, 1980-2002. Recuperado el 2 de mayo de 2011 de la página <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0282002.pdf>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), Cámara de Diputados, 2009, Cobertura contra el Riesgo de una Reducción en el Precio Promedio de la Mezcla Mexicana de Exportación de Petróleo Crudo en 2009. Recuperado el 2 de mayo de 2011 de la página <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp1052008.pdf>
- Consejo Mundial de la Energía. www.worldenergy.org.
- Cheng, B. (January 01, 1997). Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: a time series analysis. *Applied Economics Letters*, 4, 11, 671-674.
- Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación (período 2000-2010).
- Dornbusch R, Fischer S, Startz R. *Macroeconomía*. Séptima edición. Mc. Graw-Hill. 1998. E. Helpman, 2004, p. 23.
- Eastwood, R. K. (January 01, 1992). Macroeconomic Impacts of Energy Shocks. *Oxford Economic Papers*, 44, 3, 403-425.
- Energy Balances of OECD Countries y Energy Balance of Non-OECD Countries, edición 2010.
- Fouquet, R., & Pearson, P. J. G. (1998). A Thousand Years of Energy Use in the United Kingdom. *The Energy Journal*, 19, 4, 1.

-
-
- Fouquet, R., & Pearson, P. J. G. (2003). Five centuries of Energy prices, *World Economics* 4(3), July-September, 93-120.
 - Galindo, L.M. y F. Aroche, –Gambio Climático y Fundamentos Económicos: El Caso de México”, Documento de Trabajo Instituto Nacional de Ecología, Banco Mundial, 2000.
 - Galindo, L.M. y L. Sánchez (2007), –El consumo de energía y la economía mexicana: un análisis empírico con VAR”, *Economía Mexicana*, Centro de Investigación y Docencia Económicas.
 - Glasure, Y. U. (January 01, 2002). Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables. *Energy Economics*, 24, 4, 355-365.
 - Glasure, Y. U., & Lee, A.-R. (January 01, 1998). Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: - The case of South Korea and Singapore. *Resource and Energy Economics*, 20, 1, 17.
 - Gómez-López, C.S.(Agosto 2010). –Crecimiento Económico, Consumo de Energía y Emisiones Contaminantes en la Economía Mexicana”. Departamento de Economía y Finanzas, Universidad de Guanajuato.
 - Granger, C. W. J. (January 01, 1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37, 3, 424-438.
 - Guerrero, C. U. C. M. (1970). Efectos de los choques petroleros sobre las economías de Centroamérica y la República Dominicana.
 - Hamilton. James D. (1983). Oil and the macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy*, vol 91, pp 228-248.1983.
 - IEA (2010), "World energy statistics", IEA World Energy Statistics and Balances (database). doi: 10.1787/data-00510-en (Accesado el 26 May 2011).
 - _____. (2010), –CO₂ Emissions from fuel combustion”, OECD/IEA .International Energy Agency, Francia, 2010. (Accesado el 2 Jun 2011).
 - _____. (2009), Oil Information 2009, OECD Publishing. DOI: 10.1787/oil-2009-en-fr.
 - _____. (2009), Energy Statistics of OECD Countries 2009, OECD Publishing. doi: 10.1787/energy_stats_oecd-2009-en-fr.
 - INEGI. (1999) Estadísticas Históricas de México, Tomos I y II; México.
 - _____. (2002) Sistema de Cuentas Nacionales de México, México.
 - _____. Banco de Información Económica; Página electrónica www.inegi.gob.mx.
 - _____. (1996), Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1985-1992, INEGI, México.
 - Kilian, L. (June 01, 2009). Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market. *American Economic Review*, 99, 3, 1053-1069.
 - Kraft, J., & Kraft, A. (January 01, 1970). Relationship between energy and GNP. *J. Energy Dev.*

-
-
- Lee, C.-C., & Chang, C.-P. (January 01, 2008). Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. *Resource and Energy Economics*, 30, 1, 50-65.
 - _____. (September 01, 2008). Energy-income causality in OECD countries revisited: The key role of capital stock. *Energy Economics*, 30, 5, 2359-2373.
 - Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 2004-2010. México, D.F.
 - Maddison Angus (2003). Growth accounts, Technological Change, and the Role of Energy in Western Growth”, en *Economía y Energía*, secc. XIII-XVIII. Instituto Internazionale di Storia Economica -F. Datini”, Le Mornier, Florence, Italia.
 - Marte, Odalis F., and Villanueva, Brenda. (2007). Los precios internacionales del petróleo, el pib real y los precios en la economía dominicana. Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
 - Nachane, D. M., R. M. Nadkarni y A. V. Karnik, -Cointegration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship: A Cross-country Study”, *Applied Economics*, vol. 20, 1998, 1511-1531.
 - Organización de las Naciones Unidas, Anuario Estadístico, Nueva York, varios años.
 - Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) (mayo, 1993), Estadísticas e indicadores económico energéticos de América Latina y el Caribe/Energy-conomic Statistics and Indicators of Latin America and the Caribbean, OLADE, Quito, Ecuador.
 - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Economic Surveys, Mexico 1999-2000, OECD, Paris, 2000.
 - PEMEX. Reservas de hidrocarburos (varios años 2004-2011). Dirección Corporativa de Finanzas.
 - _____. (2010). Informe Anual. Petróleos Mexicanos, (Varios años 2000-2010).
 - _____. Memoria de labores 1969-2009, México, varios años.
 - _____. Anuario estadístico, Instituto Mexicano del Petróleo, México, varios años.
 - Poder Ejecutivo Federal, Informe de Gobierno, Presidencia de la República, México, varios años.
 - Rasche, R. H., & Tatom, J. A. (January 01, 1981). Energy price shocks, aggregate supply and monetary policy: The theory and the international evidence. *Carnegie-rochester Conference Series on Public Policy*, 14, 9-93.
 - Sarmiento, I.D., Rivera, J.C. y Altamar, J.D. (2006). La Volatilidad del Precio del Petróleo y su Relación con el tipo de cambio de México, Colombia y Chile.
 - SEGOB, Diario Oficial de la Federación, Ley de Ingresos de la Federación, México D.F., varios años.
 - Sims, C. A. (January 01, 1972). Money, Income, and Causality. *The American Economic Review*, 62, 4.)

-
-
- Song Zan Chiou-Wei, Ching-Fu Chen, Zhen Zhu. Economic growth and energy consumption revisited—Evidence from linear and nonlinear Granger causality. *Energy Economics* 30 (2008) 3063–3076.
 - Stern David I. (2010). The Role of Energy in Economic Growth. CCEP working paper 3.10.
 - Székely, Gabriel. La economía política del petróleo en México, 1976-1982, El Colegio de México, México, 1983.
 - Toledo W., Hernández J.C. (2008). “Impactos de cambios en el precio del petróleo y la política monetaria de Estados Unidos sobre el empleo sectorial en Puerto Rico”, Unidad de Investigaciones Económicas, Departamento de Economía, UPR Río Piedras, Serie de Ensayos Y Monografías Núm 140.
 - Velasco, W. Tesis Doctoral. Electricity Consumption and Economic Growth in Latin America and the Caribbean Countries .
 - Villagómez, A., “Crecimiento económico y consumo de energía en el sector manufacturero: 1965-1979”, *Economía Mexicana, Análisis y Perspectivas*, 5, 1983, 211-219.
 - WEO (World Energy Outlook). www.worldenergyoutlook.org.
 - World Energy Outlook (2008). International Energy Agency. OECD/IES, 2008.
 - ____ 2007. International Energy Agency. ISBN: 978-92-64-02730-5 International Energy Outlook 2007. Energy Information Administration Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy.
 - World Resources Institute (años 1992, 1993, 1994, 1996), World Resources, ediciones 1992, 1992-1993, 1994-1995, WRI, UNEP and UNDP, Oxford University Press, Washington.
 - Yang, H. Y. (January 01, 2000). A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, 22, 3, 309-317.
 - Yu, E. S. H., Choi, J. Y., & Louisiana State Univ., Baton Rouge. (January 01, 1970). Causal relationship between energy and GNP: an international comparison. *J. Energy Dev*, 249-272.
 - Yuan, J.-H., Kang, J.-G., Zhao, C.-H., & Hu, Z.-G. (November 01, 2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from China at both aggregated and disaggregated levels. *Energy Economics*, 30, 6, 3077-3094.
 - Yoo, S.-H. (January 01, 2006). Oil Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 1, 3, 235-243.

Anexo: Reservas Petroleras de México

Las reservas se definen como aquellas cantidades de hidrocarburos que se prevé serán recuperadas comercialmente de acumulaciones conocidas a una fecha dada. En consecuencia, el concepto de reservas constituye tan sólo la parte recuperable y explotable de los recursos petroleros en un tiempo determinado.

Por tanto, es importante aclarar que algunas de las partes no recuperables del volumen original de hidrocarburos pueden ser consideradas como reservas, dependiendo de las condiciones económicas, tecnológicas, o de otra índole, que lleguen a convertirlas en volúmenes recuperables.

Al hablar de reservas de combustibles fósiles siempre se trata de reservas consideradas como explotables económicamente en condiciones razonables y se las clasifica normalmente en "probadas", "probables" y "posibles" según criterios no muy definidos especialmente para el carbón, pero también para el petróleo y el gas natural, aunque en estos casos la separación entre reservas probadas y el resto es más clara.

Clasificación de las reservas de hidrocarburos



Las reservas probadas, o reservas 1P se definen como el volumen de hidrocarburos o sustancias asociadas evaluados a condiciones atmosféricas y bajo condiciones económicas actuales, que se estima serán comercialmente recuperables en una fecha específica, con una certidumbre razonable, derivada del análisis de información geológica y de ingeniería.

Dentro de las reservas probadas existen dos tipos: 1) las desarrolladas, aquellas que se espera sean recuperadas de los pozos existentes con la infraestructura actual y con costos moderados de inversión; y 2) las no desarrolladas, que se definen como el volumen que se espera producir con infraestructura y en pozos futuros.

Ahora bien, dentro de las reservas no probadas existen también dos tipos: 1) las reservas probables y 2) las reservas posibles.

Las primeras se constituyen por aquellos volúmenes de hidrocarburos, cuyo análisis de la información geológica y de ingeniería sugiere que son más factibles de ser comercialmente recuperables, que de no serlo. Si se emplean métodos probabilísticos para su evaluación existirá una probabilidad de al menos 50% de que las cantidades a recuperar sean iguales o mayores a la suma de las reservas probadas más las probables. Las reservas 2P, por tanto, son constituidas por la suma de las reservas probadas más las probables.

Las segundas, en cambio, se caracterizan por tener una recuperación comercial, estimada a partir de la información geológica y de ingeniería, menor que en el caso de las reservas probables. Así, si se utilizan métodos probabilísticos, la suma de las reservas probadas, probables más las posibles tendrá al menos una probabilidad de 10% de que las cantidades realmente recuperadas sean iguales o mayores.

Consiguientemente, las reservas 3P se calculan a partir de la suma de las reservas probadas más las probables más las posibles.

Reservas probadas al 1 de enero de 2011

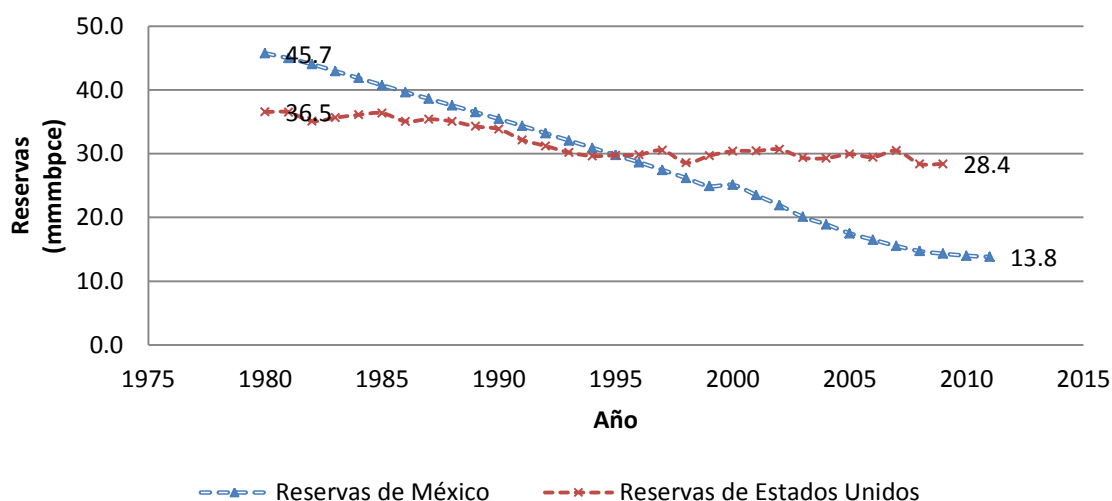
Miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente (MMMbpce)

	13.8	9.3	4.5
	Probadas (1P)	Desarrolladas	No desarrolladas
Crudo	0.74	0.76	0.7
Condensados y líquidos de planta	0.09	0.08	0.1
Gas natural seco	0.17	0.16	0.2

A continuación se presenta una gráfica que muestra la reservas probadas de hidrocarburos para el período 1980-2011.

Las reservas remanentes probadas (1P) de hidrocarburos al 1 de enero de 2011 ascienden a 13,800 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce), las que comparadas con los 18,500 mmbpce de 2000 registran una disminución de 8,323 mmbpce, lo cual representa una disminución del 45% de las reservas con respecto al año 2000.

Gráfica 32. Reservas de hidrocarburos en México, período 1980-2010 (mmbpce).



Es importante apuntar que la disminución, el aumento o el equilibrio de las reservas depende de factores como:

La tecnología. Con el mejoramiento de la tecnología es posible la recuperación mejorada del petróleo, también es posible disminuir los tiempos entre exploración y explotación de los yacimientos y finalmente es posible que el consumo del energético sea más eficiente.

Precio del petróleo. Con un precio elevado del petróleo se incentiva la inversión en la exploración y producción de petróleo, pero también provoca que desde el punto del consumo disminuya su demanda.

Inversión en exploración. La producción del petróleo es dependiente de la inversión que se lleve a cabo para la exploración de yacimientos y en pozos de producción.

Demanda del petróleo. Un factor importante es la población, a mayor población y a patrones de mayor urbanización se incrementa la demanda y consumo del energético.

Energías alternativas. Ante la expectativa de que el petróleo es un recurso finito, las economías desarrolladas están incentivando la investigación y desarrollo de fuentes alternativas de energía, como la solar, la eólica, la biomasa. Entre mayor sea la contribución de estos energéticos, menor será la demanda de petróleo, lo que llevaría a una menor presión sobre el uso de las reservas de petróleo.

Fenómenos naturales. Los fenómenos naturales juegan un papel transitorio para el uso de las reservas, por ejemplo el huracán Katrina provoco que la producción de petróleo del Golfo de México se detuviera unas semanas para su normalización, en cambio el maremoto de Japón de inicios de este año (2011), provocó problemas en una planta nuclear, lo que posiblemente el desarrollo de este energético se vea detenido por cuestiones de seguridad y el espacio de la energía producida por este energético, seguramente será abastecida con combustibles fósiles.

Medio Ambiente. Cada día son más frecuente las exigencias de la sociedad de utilizar menos los energéticos de fuentes fósiles, por el daño que provocan en el medio ambiente, un ejemplo de lo anterior es el efecto de los gases invernaderos que se le atribuyen el

calentamiento de la atmósfera y la mayor virulencia de fenómenos naturales como los huracanes o tifones, lo que en algunas legislaciones están limitando su uso y privilegian e incentivan el uso de fuentes alternativas de energía.

Geopolítica. En la historia del petróleo, su producción y consumo están asociadas a aspectos geopolíticos, en las siguientes décadas cuanto el petróleo sea un bien escaso se prevé que existan conflictos en las zonas productoras que tienen las mayores reservas petroleras y de gas natural, como es el caso del Medio Oriente.

Política de Administración de Reservas. Como se puede observar en la gráfica anterior, existen diferencias en cuanto a políticas de administración de reservas, en el caso de Estados Unidos han tratado de conservar sus reservas en los últimos 30 años, mediante la importación del petróleo, por otra parte México se puede decir que su política es la de explotación y agotamiento de sus reservas, orillado esto por su gran dependencia en cuanto a la renta petrolera, la que en su mayor parte es producida por la exportación de aceite crudo.

Otro concepto necesario de aclarar es el de "tasa de recuperación o restitución"¹⁵. Todo yacimiento no es necesariamente explotable en condiciones económicas y aún los económicamente explotables no alcanzan una recuperación total del combustible "in situ".

En el caso de los recursos no renovables su explotación da lugar a un costo adicional: el costo de uso o de agotamiento del recurso. Conceptualmente este costo puede ser definido como el mayor costo que deberán afrontar las generaciones futuras para reemplazar el recurso a partir del tiempo de su agotamiento. Por supuesto, el tiempo de agotamiento depende de la disponibilidad del recurso y de su ritmo de explotación o uso en el presente.

En la medida en que estos recursos están bajo el dominio del Estado (son de propiedad social), el costo de agotamiento del recurso no constituye un costo empresario. Se da así la paradoja de que las empresas (públicas o privadas) costean normalmente las

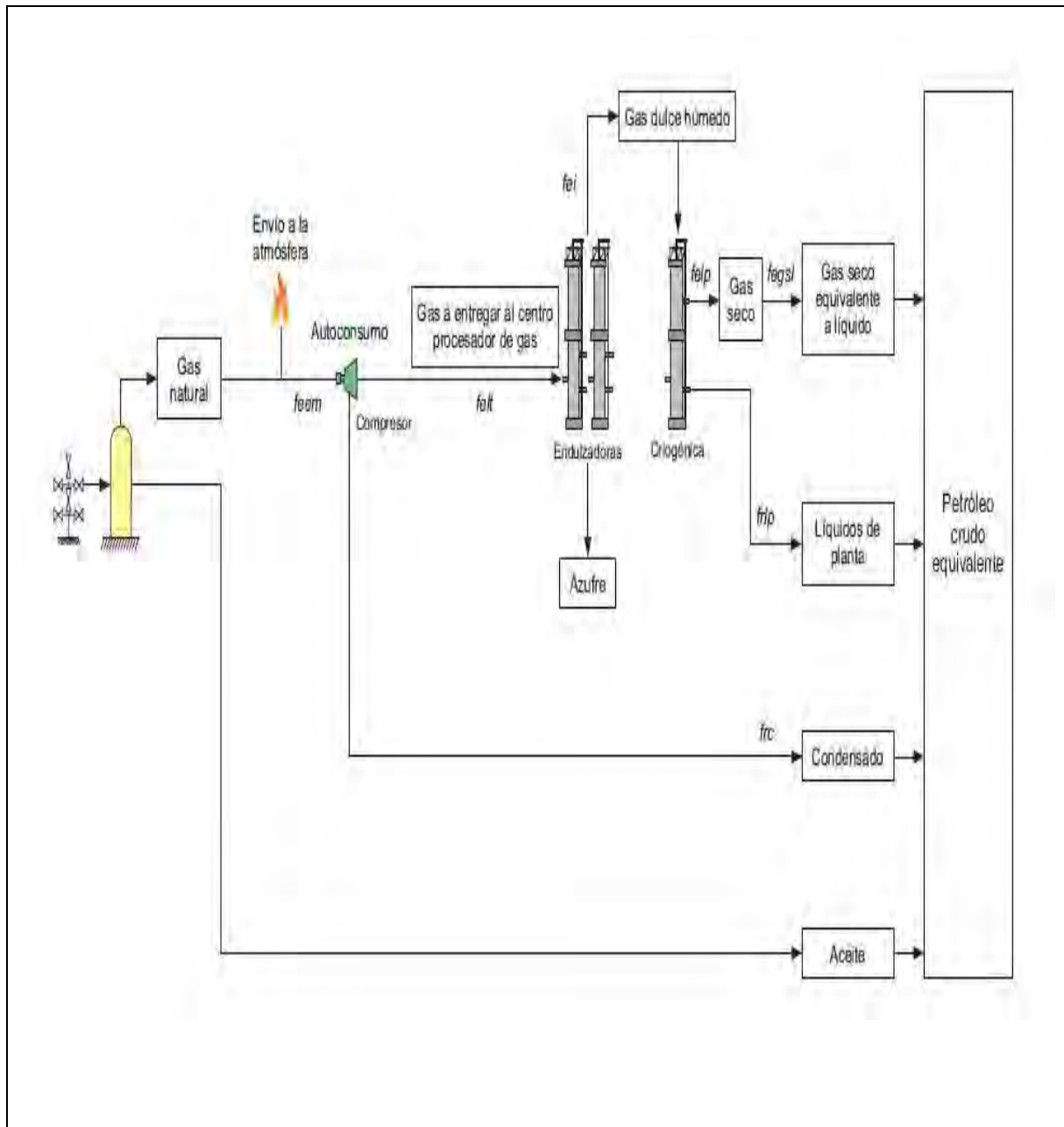
¹⁵ Incluye: descubrimientos, delimitaciones, desarrollos y revisiones.

inversiones a través del concepto de depreciación con el objeto de reponer la capacidad que es obviamente improductiva si no se asocia con las reservas del recurso. Por otra parte, el ente energético que, en principio, se supone depositario de ese recurso, en general no realiza costeo alguno que permita fijar el valor de las reservas recuperables remanentes y en consecuencia tampoco realiza una provisión para financiar el reemplazo de las mismas. Se da así la incongruencia entre el propósito explícito de retener la propiedad de los recursos y la no asignación de un valor a éstos.

Si bien resulta claro que la explotación de un recurso natural no renovable origina un costo de uso o de agotamiento que debe adicionarse a los otros costos para obtener el costo unitario de producción de la fuente primaria, la determinación de su nivel plantea serios problemas conceptuales y metodológicos.

Anexo: Producción de hidrocarburos y aceite crudo

El siguiente diagrama es importante, ya que se aclara conceptos como producción de hidrocarburos (petróleo crudo equivalente), aceite crudo, condensados, líquidos de planta y gas seco (gas natural).



Anexo: Método ARIMA

El método ARIMA (Autorregresivos Integrado de Media Móvil) es muy popular para diseñar modelos en series de tiempo, muy comúnmente llamado metodología Box-Jenkins (BJ).

Trabajando una serie de tiempo las preguntas generales de cómo hacer un proceso ARIMA son las siguientes:

Como estimar si la serie es un $AR(p)$ puro (de ser así, cual es el valor de p).

Un proceso $MA(q)$ puro (de ser así, cual es el valor de q).

O un proceso $ARMA(p,q)$ (de ser así, cuales son los valores de p y q).

También un proceso ARIMA (p,d,q) en cuyo caso se deben conocer los valores de p,d,q .

La metodología BJ resulta muy útil para responder las preguntas que se plantearon anteriormente el método considera 4 pasos esenciales.

Identificación. El encontrar los valores apropiados de p,d,q .

Se necesita poder realizar diferentes formas informales o formales que ayudan a encontrar los valores mencionados (representación grafica, correlograma, estadístico de Dickey-Fuller, estadístico aumentado de Dickey-Fuller, etc).

Estimación. Habiendo identificado los valores apropiados de p y q la siguiente etapa es estimar los parámetros de los términos Autorregresivos y la Media Móvil. Este cálculo se puede hacer mediante mínimos cuadrados simples, pero a veces se recurre a métodos de estimación no lineal.

Verificación de diagnostico. Después de seleccionar un modelo ARIMA particular y de estimar sus parámetros, se trata de ver si el modelo seleccionado ajusta a los datos de manera razonable porque en algunos casos es posible que exista otro modelo ARIMA que también se ajuste a la serie de tiempo. Por lo tanto, el diseño de modelo ARIMA de BJ es

un arte más que una ciencia y requiere una habilidad para seleccionar el mejor modelo. Una simple razón del modelo seleccionado si es correcto es ver que si los residuales estimados a partir de este modelo son ruido blanco, si lo son se puede aceptar, pero si es en sentido contrario se debería empezar de nuevo. Por lo tanto el modelo BJ es un modelo llamado también un modelo de procesos iterativos.

Predicción. Una de las razones de aceptación del modelo ARIMA es su éxito en la predicción. En gran parte las predicciones obtenidas por este método son muy confiables particularmente a corto plazo.

Anexo: Método GARCH

En muchas ocasiones se habla de sucesos condicionados o de generación de expectativas a partir de los movimientos relativos que se produjeron en el pasado. Por ejemplo, todo el mundo relaciona inmediatamente la estabilidad o la inestabilidad en los mercados financieros con su comportamiento inmediatamente anterior, produciéndose fuertes hondas en la evolución de sus variables que, después de un gran sobresalto que dura más o menos días, tienden a retomar una senda de evolución tranquila. A cualquiera se le ocurre entonces que, en variables como éstas, el comportamiento en el momento actual responde a una expectativa generada sobre el valor de cambio producido en el momento precedente; es decir, a un valor esperado condicionado por la varianza del período anterior.

En la teoría clásica de series temporales (metodología de Box-Jenkins), el desarrollo estadístico se realiza a partir de un proceso estocástico estacionario; es decir (en sentido amplio o débil) de un proceso con:

- Media constante.
- Varianza constante.
- Correlación entre dos observaciones distintas igual a la de otras dos cualquiera separadas por la misma distancia (mismo número de períodos).

En torno a la confirmación de la ausencia de tendencia (determinista o aleatoria), hay un nutrido conjunto de teorías y desarrollos matemáticos centrados en la diferenciabilidad de la serie temporal y en la existencia o no de raíces unitarias a partir de los conocidos test de Dickey y Fuller, de Mackinon o de Phillips y Perron, por citar algunos. Sin embargo, el estudio de la componente de varianza constante es un fenómeno menos extendido y, no tener en cuenta una posible no constancia de este componente, puede suponer diversos problemas estadísticos cuando se estiman modelos econométricos (problemas ligados con la eficiencia de los parámetros estimados y su fuerte volatilidad ante el amplio intervalo de confianza en el que se mueven).

Determinar un patrón de comportamiento estadístico para la varianza es el cometido de los modelos Autorregresivos Condicionales Heterocedásticos: ARCH (Conditional

Heteroscedasticity). Engle (1982) es el autor de una primera aproximación a la varianza condicional. Este modelo tiene como propiedad el tratar de describir las series temporales en el transcurso del tiempo. Han existido diferentes variaciones en el tiempo del modelo realizado por diferentes autores una de ellas fue la variación llamada modelo GARCH (Generalised Autogressive Conditional Heteroscedasticity) realizado Bollerslev(1986).

Los modelos denominados ARCH y sus diferentes variaciones tienen en conjunto el examinar la volatilidad de series. En los diferentes modelos se tiene como función principal el examinar si una serie contiene Homocedasticidad. Principalmente se logra tratando la serie de los residuos y mirando los clusters(picos) de la serie es una forma de ver que la varianza no es constante en el tiempo. De forma formal se emplea el test de Breusch-Pagan –Godfrey en los residuales para la comprobación. La idea del modelo ARCH es ver que la varianza de los residuales dependerá de la información pasada de las variables (que sea Heterocedastica).

De acuerdo a Engle a continuación se cita tres situaciones que motivan y justifican la modelización de la Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva:

- La experiencia empírica lleva a contrastar períodos de amplia varianza de error seguidos de otros de varianza más pequeña. Es decir, el valor de la dispersión del error respecto a su media cambia en el pasado, por lo que es lógico pensar que un modelo que atienda en la predicción a los valores de dicha varianza en el pasado servirá para realizar estimaciones más precisas.
- La validez de estos modelos para determinar los criterios de mantenimiento. Los agentes económicos deciden esta cuestión en función de la información proveniente del pasado respecto al valor medio de su rentabilidad y la volatilidad que ésta ha tenido. Con los modelos ARCH se tendrían en cuenta estos dos condicionantes.
- El modelo de regresión ARCH puede ser una aproximación a un sistema más complejo en el que no hubiera factores innovacionales con heterocedasticidad condicional. Los modelos estructurales admiten, en multitud de ocasiones, una especificación tipo ARCH infinito que determina con parámetros cambiantes, lo que hace a este tipo de modelos capaces de contrastar la hipótesis de permanencia estructural que supone una de las hipótesis de partida y condición necesaria para la validez del modelo econométrico tradicional.

En definitiva, la clave de estos modelos está en considerar la información pasada de la variable y su volatilidad observada como factor altamente explicativo de su comportamiento presente y, por extensión lógica, de su futuro predecible. Estadísticamente, esta conclusión se refleja en tener en cuenta la esperanza condicional (conocida y fija la información hasta el momento inmediatamente anterior) del cuadrado de una variable (la expresión de su varianza si su media es nula).

En lo que se refiere al modelo GARCH asume que la varianza de los rendimientos sigue un proceso predecible, la varianza condicional depende de la última observación pero muchos autores dicen que existe un inconveniente del modelo GARCH por su no-linealidad, los parámetros deben estimarse por máxima verosimilitud y la distribución normal de los residuos existe. Estas son algunas desventajas sobre el modelo GARCH, pero aun así el modelo de heterocedasticidad es muy importante en estos días.

A continuación se presenta una tabla con diferentes variantes sobre el ARCH:

Año	Nombre	Autor-es	Aportación principal
1982	ARCH	Engle	Primera especificación y desarrollo.
1983	Modelos ARCH Multivar.	Kraft y Engle	Incorporación de más variables explicativas y desarrollo de los modelos aplicando la matriz de varianzas-covarianzas (Ht).
1986	ARCH-M	Engle, Lilien y Robins	Modelo ARCH incorporando la desviación típica heterocedástica modelizada como explicativa.
1986	GARCH y GARCH en Media	Bollerslev	Método generalizado sin restricciones para la estimación de los parámetros ARCH con infinitos retardos.
1986	LGARCH	Bollerslev y Taylor	Linealización del modelo GARCH-M.
1986	MGARCH	Geweke y Pantula	Especificación de la varianza multiplicativa (linealizada con logaritmos).
1986	IGARCH	Engle y Bollerslev	Persistencia en varianza condicional heterocedástica. Modelos integrados en varianza.

1989	EGARCH	Nelson		Modelos ARCH para procesos no normales (funciones de densidad exponenciales). Carácter asimétrico de la respuesta a shocks positivos o negativos.
1989	TSGARCH	Schwert		Corrección de efectos asimétricos en las variaciones al alza y a la baja.
1990	AGARCH NGARCH	Engle y Ng		Contraste y solución de autocorrelación entre la perturbación aleatoria y su varianza.
1990	FACTOR ARCH	Engle, y Rothschild	Ng	Empleo de la covarianza entre varias series temporales como explicativa de la varianza condicional heterocedástica.
1992	T-GARCH	Gourieroux Zakonian		Modelos dinámicos donde media y varianza condicionales son funciones stepwise endógenas.
1993	GJRGARCH	Glosten y Otros		Diferenciación del parámetro en subida y en bajada.
1993	VGARCH	Engle y Ng		Similar al NGARCH, con una variación mayor en los parámetros asimétricos.
1993	A-PARCH	Ding y otros		Se propone modelizar un valor potencial de la desviación típica que atienda al máximo de la función de autocorrelación del valor absoluto del proceso.
1994	Modelos ARCH de Régimen Cambiante	Hamilton y Susmel		Introducción de funciones de densidad que cambian de Normal a t-student a partir de cadenas de Markov. Parámetros ARCH cambiantes a partir de una matriz de "estado" o "régimen" de la variable en el período previo.
1997	VARGARCH			Empleo de un VAR con residuos con heterocedasticidad condicional.

Anexo: Índice Nacional de Precios al Consumidor

El índice nacional de precios al consumidor (INPC) es posiblemente el dato estadístico más importante producido por los institutos nacionales de estadística. Su evolución tiene una incidencia considerable a la hora de determinar las políticas económicas y monetarias de cada país y es seguida muy de cerca por las empresas y las familias, ya que las obligaciones contractuales, las tasas de interés y las remuneraciones suelen regularse en función de las variaciones del INPC. Habida cuenta de la importancia de este índice, no es sorprendente que las cuestiones de medición relacionadas con el INPC hayan atraído tanta atención en el curso de los años.

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), es un indicador que refleja las variaciones producidas a lo largo de un período en el costo de un grupo de bienes y servicios considerados como los más representativos del gasto de la familia típica. El año considerado como punto de referencia para estimar las variaciones en el precio de esta canasta de bienes y servicios, se denomina Año Base (período de referencia es la segunda quincena de diciembre de 2010), el índice es calculado por el Banco de México y se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) dentro de los primeros diez días del mes siguiente al que corresponda.

El INPC es una construcción compleja que combina la teoría económica con muestreo y otras técnicas estadísticas y utiliza datos de diferentes estudios para producir el cambio del precio promedio de manera oportuna para el sector de consumo de los países. La producción de estos índices requiere de las habilidades de muchos profesionistas que incluyen, economistas, estadísticos, científicos de la computación, colectores de datos, entre otros.

El INPC es un Índice, en el que se cotejan los precios de un conjunto de productos (conocido como "canasta familiar") determinado sobre la base de una encuesta continua sobre los gastos de las familias, que una cantidad de consumidores adquiere de manera regular, y la variación con respecto del precio de cada uno, respecto de una muestra anterior. Todo INPC debe ser:

- Representativo, que cubra la mayor población posible.
- Comparable, tanto temporalmente como espacialmente, o sea con otros INPC de otros países o períodos en un mismo país.

Los pasos que se realizan para el cálculo de Índice de Precios al Consumidor, están englobados en tres áreas fundamentales, recolección de precios, control de calidad y procesamiento de datos.

El objetivo del INPC es medir la evolución de los precios de los bienes y servicios representativos de los gastos de consumo de los hogares de una región. Los usos que se le suelen dar son:

- Como indicador económico. Es el indicador más ampliamente utilizado como medida de inflación (sabiendo que el INPC no incluye los precios de los consumos intermedios de las empresas ni de los bienes exportados), el INPC es el principal indicador de la efectividad de la política económica de un gobierno y se utiliza para ayudar a formular y monitorear los efectos de políticas fiscales y monetarias. Para los ejecutivos de los negocios, líderes del trabajo y otros ciudadanos utilizan también el índice como guía para tomar decisiones económicas.
- Como medio para prevenir cambios de impuestos inducidos por la inflación.
- Como deflactor de otras series económicas. Otros programas estadísticos utilizan el componente del INPC para ajustar los cambios de precio y producir versiones libres de inflación de sus series como por ejemplo se utiliza como deflactor de las Cuentas Nacionales o contabilidad nacional.
- Actualización de deudas o de montos judiciales.
- Para ajustar los salarios y las prestaciones de seguridad social (por ejemplo, las pensiones) y compensar así las variaciones del costo de la vida.
- Cláusula de revisión salarial.

El cálculo del INPC en México lo elabora mensualmente el Banco de México y se publica a mediados del mes siguiente al que se realiza el cálculo de acuerdo a un calendario de publicación de datos elaborado anualmente.

Para la presente tesis se utiliza el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos (CPI, por sus siglas en inglés), para el precio del petróleo, dado que Estados Unidos es el principal actor en la comercialización del petróleo.

Tabla 26. Índice Nacional de Precios al Consumidor

Tabla del Índice Nacional de Precios al Consumidor (Datos del Banco de México)

Índice Nacional de Precios al Consumidor												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2011	100.238	100.604	100.797	100.789								
2010	96.3751	97.1341	97.8236	97.512	96.9973	96.8672	97.0773	97.3471	97.6374	98.4415	99.2504	99.7421
2009	92.4543	92.6586	93.1916	93.3178	93.2454	93.4171	93.6716	93.8937	94.3667	94.6527	95.1432	95.337
2008	84.9694	87.348	87.8904	88.0804	87.9432	88.3493	88.8417	89.3348	89.9637	90.3767	91.0663	92.2407
2007	83.8821	84.1166	84.2967	84.3483	83.3373	83.0919	84.2943	84.6379	85.2951	85.6273	86.2316	86.3981
2006	80.6707	80.7941	80.6953	81.0141	80.6335	80.7231	80.9445	81.3573	82.1789	82.3381	82.9712	83.4311
2005	77.6163	77.8751	78.3261	78.5847	78.3675	78.3323	78.3363	78.6323	78.9474	79.1463	79.7168	80.2904
2004	74.2423	74.6864	74.9395	75.0326	74.8643	74.9843	75.1809	75.6448	76.2704	76.7986	77.4338	77.6137
2003	71.2488	71.4467	71.8977	72.0204	71.7881	71.8474	71.9313	72.1673	72.5969	72.8631	73.4679	73.7837
2002	67.7346	67.7111	68.0574	68.4292	68.5479	68.9023	69.1	69.5428	69.78	70.0875	70.6344	70.9619
2001	64.6599	64.657	65.0264	65.3544	65.7044	65.6593	65.4887	65.3767	66.49	66.7905	67.0421	67.1349
2000	59.8083	60.3368	60.6734	61.0186	61.2467	61.6093	61.8498	62.1896	62.6439	63.0753	63.6346	64.3033
1999	53.8701	54.3941	55.1017	55.607	55.9415	56.3091	56.6812	57.0002	57.351	57.9155	58.4306	59.0159
1998	45.2633	46.0357	46.3953	47.0323	47.4038	47.9661	48.4287	48.8942	49.6873	50.3992	51.2918	52.5433
1997	39.2686	39.9264	40.4233	40.86	41.2329	41.5968	41.9622	42.3343	42.8016	43.2041	43.6874	44.2993
1996	31.0547	31.7795	32.4791	33.4024	34.0122	34.5951	35.0564	35.3234	36.0903	36.5408	37.0944	38.2821
1995	20.4686	21.3361	22.3939	24.3943	25.4139	26.3204	26.735	27.1988	27.7614	28.3326	29.0312	29.9771
1994	18.5896	18.6931	18.7611	18.8373	18.9441	19.0389	19.1253	19.2124	19.3491	19.4507	19.5346	19.7361
1993	17.2744	17.4153	17.517	17.618	17.7187	17.8181	17.9087	17.9996	18.1329	18.207	18.2873	18.4268
1992	15.3179	15.7018	15.9616	16.001	16.1283	16.2175	16.3189	16.4202	16.563	16.6823	16.8209	17.0604
1991	13.3366	13.3843	13.5772	13.7194	13.8336	13.9889	14.1226	14.2309	14.3624	14.5296	14.8804	15.2409
1990	10.3969	10.5632	10.7728	10.9326	11.1266	11.3717	11.5791	11.7764	11.9442	12.1159	12.4376	12.8296
1989	8.45131	8.566	8.65866	8.78835	8.90932	9.01752	9.10772	9.19449	9.28242	9.4397	9.55192	9.67429
1988	6.26055	6.8044	7.18284	7.37289	7.51565	7.66897	7.79699	7.86871	7.91369	7.97406	8.06077	8.24937
1987	2.26876	2.43247	2.59129	2.82083	3.03272	3.25313	3.51552	3.80284	4.03357	4.39116	4.73947	5.43946
1986	1.15038	1.15964	1.21354	1.27689	1.34785	1.43457	1.50594	1.626	1.72353	1.82207	1.94527	2.08882
1985	0.66917	0.66697	0.72298	0.74823	0.76393	0.78007	0.81834	0.84576	0.87954	0.91289	0.95307	1.02009
1984	0.41628	0.43823	0.46699	0.47673	0.49236	0.51038	0.52751	0.5421	0.53623	0.57773	0.59758	0.62296
1983	0.24007	0.25296	0.26932	0.28199	0.29432	0.30636	0.32046	0.3329	0.34315	0.35435	0.37323	0.39143
1982	0.1349	0.11879	0.12913	0.1298	0.1371	0.1437	0.15111	0.16006	0.17703	0.18621	0.19382	0.21652
1981	0.06734	0.08949	0.0914	0.09346	0.09488	0.0962	0.0979	0.09991	0.10177	0.10403	0.10603	0.10889
1980	0.06834	0.06992	0.07136	0.07261	0.07379	0.07526	0.07736	0.07896	0.07984	0.08103	0.08243	0.08462

Tabla 27. CPI (Consumer Price Index)

Elaborada por la Oficina de Estadísticas del Trabajo de los Estados Unidos (BLS por sus siglas en inglés)

1950	21.2	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7
1951	22.8	23.0	23.2	23.4	23.6	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.8	25.0	25.2	25.4	25.6
1952	26.5	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3
1953	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7
1954	28.8	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6
1955	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5
1956	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7
1957	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7
1958	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3
1959	29	29.2	29.4	29.6	29.8	30	30.2	30.4	30.6	30.8	31	31.2	31.4	31.6	31.8
1960	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1
1961	29.8	30	30.2	30.4	30.6	30.8	31	31.2	31.4	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6
1962	30	30.2	30.4	30.6	30.8	31	31.2	31.4	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6	32.8
1963	30.4	30.6	30.8	31	31.2	31.4	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6	32.8	33	33.2
1964	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7
1965	31.2	31.4	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6	32.8	33	33.2	33.4	33.6	33.8	34
1966	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3
1967	32.8	33	33.2	33.4	33.6	33.8	34	34.2	34.4	34.6	34.8	35	35.2	35.4	35.6
1968	34.1	34.3	34.5	34.7	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9
1969	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1
1970	37.8	38	38.2	38.4	38.6	38.8	39	39.2	39.4	39.6	39.8	40	40.2	40.4	40.6
1971	39.8	40	40.2	40.4	40.6	40.8	41	41.2	41.4	41.6	41.8	42	42.2	42.4	42.6
1972	41.4	41.6	41.8	42	42.2	42.4	42.6	42.8	43	43.2	43.4	43.6	43.8	44	44.2
1973	42.8	43	43.2	43.4	43.6	43.8	44	44.2	44.4	44.6	44.8	45	45.2	45.4	45.6
1974	46.2	46.4	46.6	46.8	47	47.2	47.4	47.6	47.8	48	48.2	48.4	48.6	48.8	49
1975	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	48.3	48.5	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9
1976	48.3	48.5	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.1	50.3	50.5	50.7	50.9	51.1
1977	50.5	50.7	50.9	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9	52.1	52.3	52.5	52.7	52.9	53.1	53.3
1978	52.8	53	53.2	53.4	53.6	53.8	54	54.2	54.4	54.6	54.8	55	55.2	55.4	55.6
1979	55.9	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7
1980	57.8	58	58.2	58.4	58.6	58.8	59	59.2	59.4	59.6	59.8	60	60.2	60.4	60.6
1981	67	67.2	67.4	67.6	67.8	68	68.2	68.4	68.6	68.8	69	69.2	69.4	69.6	69.8
1982	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9	70.1	70.3	70.5	70.7	70.9	71.1
1983	67.8	68	68.2	68.4	68.6	68.8	69	69.2	69.4	69.6	69.8	70	70.2	70.4	70.6
1984	101.0	101.2	101.4	101.6	101.8	102.0	102.2	102.4	102.6	102.8	103.0	103.2	103.4	103.6	103.8
1985	102.3	102.5	102.7	102.9	103.1	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.7	104.9	105.1
1986	108.8	109	109.2	109.4	109.6	109.8	110	110.2	110.4	110.6	110.8	111	111.2	111.4	111.6
1987	111.2	111.4	111.6	111.8	112	112.2	112.4	112.6	112.8	113	113.2	113.4	113.6	113.8	114
1988	115.2	115.4	115.6	115.8	116	116.2	116.4	116.6	116.8	117	117.2	117.4	117.6	117.8	118
1989	121.3	121.5	121.7	121.9	122.1	122.3	122.5	122.7	122.9	123.1	123.3	123.5	123.7	123.9	124.1
1990	127.4	127.6	127.8	128	128.2	128.4	128.6	128.8	129	129.2	129.4	129.6	129.8	130	130.2
1991	134.8	135	135.2	135.4	135.6	135.8	136	136.2	136.4	136.6	136.8	137	137.2	137.4	137.6
1992	138.1	138.3	138.5	138.7	138.9	139.1	139.3	139.5	139.7	139.9	140.1	140.3	140.5	140.7	140.9
1993	143.8	144	144.2	144.4	144.6	144.8	145	145.2	145.4	145.6	145.8	146	146.2	146.4	146.6
1994	149.2	149.4	149.6	149.8	150	150.2	150.4	150.6	150.8	151	151.2	151.4	151.6	151.8	152
1995	152.3	152.5	152.7	152.9	153.1	153.3	153.5	153.7	153.9	154.1	154.3	154.5	154.7	154.9	155.1
1996	154.4	154.6	154.8	155	155.2	155.4	155.6	155.8	156	156.2	156.4	156.6	156.8	157	157.2
1997	158.1	158.3	158.5	158.7	158.9	159.1	159.3	159.5	159.7	159.9	160.1	160.3	160.5	160.7	160.9
1998	161.8	162	162.2	162.4	162.6	162.8	163	163.2	163.4	163.6	163.8	164	164.2	164.4	164.6
1999	164.3	164.5	164.7	164.9	165.1	165.3	165.5	165.7	165.9	166.1	166.3	166.5	166.7	166.9	167.1
2000	168.8	169	169.2	169.4	169.6	169.8	170	170.2	170.4	170.6	170.8	171	171.2	171.4	171.6
2001	175.1	175.3	175.5	175.7	175.9	176.1	176.3	176.5	176.7	176.9	177.1	177.3	177.5	177.7	177.9
2002	177.1	177.3	177.5	177.7	177.9	178.1	178.3	178.5	178.7	178.9	179.1	179.3	179.5	179.7	179.9
2003	181.7	181.9	182.1	182.3	182.5	182.7	182.9	183.1	183.3	183.5	183.7	183.9	184.1	184.3	184.5
2004	186.2	186.4	186.6	186.8	187	187.2	187.4	187.6	187.8	188	188.2	188.4	188.6	188.8	189
2005	190.7	190.9	191.1	191.3	191.5	191.7	191.9	192.1	192.3	192.5	192.7	192.9	193.1	193.3	193.5
2006	198.3	198.5	198.7	198.9	199.1	199.3	199.5	199.7	199.9	200.1	200.3	200.5	200.7	200.9	201.1
2007	202.4	202.6	202.8	203	203.2	203.4	203.6	203.8	204	204.2	204.4	204.6	204.8	205	205.2
2008	211.1	211.3	211.5	211.7	211.9	212.1	212.3	212.5	212.7	212.9	213.1	213.3	213.5	213.7	213.9
2009	211.1	211.3	211.5	211.7	211.9	212.1	212.3	212.5	212.7	212.9	213.1	213.3	213.5	213.7	213.9
2010	215.1	215.3	215.5	215.7	215.9	216.1	216.3	216.5	216.7	216.9	217.1	217.3	217.5	217.7	217.9
2011	220.2	220.4	220.6	220.8	221	221.2	221.4	221.6	221.8	222	222.2	222.4	222.6	222.8	223