



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

EL RIESGO DE MERCADO Y LA VOLATILIDAD EN LOS
PRECIOS DEL COMBUSTÓLEO, COQUE DE PETRÓLEO, Y
DIESEL PARA USO INDUSTRIAL EN MÉXICO, 1994-2004

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A :
JOSE ALFREDO ONTIVEROS MONTESINOS

ASESOR: LIC. JAVIER HUERTA RAMÍREZ



FES Aragón

MÉXICO

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	iii
I. Riesgo, incertidumbre y volatilidad	1
I.1 Marco Teórico	2
I.1.1 Inversión con incertidumbre	2
I.1.2 Utilidad y riesgo	4
I.1.3 Criterios de decisión en la inversión.	5
I.1.4 Variabilidad en los precios	7
I.2 Los Riesgos en una empresa	10
I.2.1 Definición y clasificación del riesgo	10
I.2.2 La medición del riesgo y su importancia	13
I.3 Volatilidad	17
II. El mercado nacional de energía	18
II.1 Demanda nacional de energía	19
II.2 Oferta nacional de energía	22
II.3 Mercado de petrolíferos	24
II.3.1 Combustóleo	30
II.3.2 Coque de petróleo	34
II.3.3 Diesel industrial	38
III. Los precios de los petrolíferos	43
III.1 Estructura	44
III.1.1 Precio de referencia	46
III.1.2 Ajuste por calidad	47
III.1.3 Costo de logística	47
III.1.4 Descuentos contractuales	47
III.1.5 Impuestos indirectos	47
III.2 Evolución histórica	48

III.2.1 Combustóleo	48
III.2.2 Coque de petróleo	50
III.2.3 Diesel	52
III.3 Sucesos importantes	53
III.3.1 Combustóleo y diesel	53
III.3.2 Coque de petróleo	56
IV. La volatilidad y riesgo de los principales petrolíferos	58
IV.1 Volatilidad histórica	59
IV.2 Estimación de la volatilidad	64
IV.3 Valor en riesgo del precio en los petrolíferos	69
Conclusiones	75
Anexo A: Estimación de la media y la varianza condicionales	80
A.1 Estimación para el coque de petróleo	85
A.2 Estimación para el combustóleo	90
A.3 Estimación para el diesel industrial	94
Anexo B: Factores de conversión.	99
Anexo C: Precios y estimaciones de la media, varianza y el VaR.	101
Anexo D: Glosario de términos.	114
Anexo E: Siglas y abreviaturas.	118
Bibliografía	120

Introducción

La medición del riesgo, entendido como la posibilidad de una pérdida, se ha vuelto un campo de investigación importante en muchas empresas, organizaciones e instituciones de diversa índole. Existe en muchas de ellas, como las de servicios financieros, que incluso tienen áreas especializadas en realizar administración de riesgos, donde una de las principales actividades consiste en efectuar la constante medición de los factores de riesgo de la organización de la cual forman parte. Otras, aunque no tienen un mecanismo formal, sus altas gerencias realizan algunos esfuerzos por efectuar tareas de esa naturaleza. Actualmente la mayoría de las actividades económicas expuestas a diferentes riesgos, y en muchas unidades económicas probablemente se piense que la exposición es una faceta necesaria e inevitable de cualquier negocio.

Con el deseo de contribuir a cambiar el último punto de vista mencionado, este trabajo desea hacer una modesta contribución al tema, facilitando una sencilla metodología para realizar la medición del riesgo de mercado en insumos energéticos de empresas industriales que consuman combustóleo, coque de petróleo y diesel. Ante tal caso, se consideró importante dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué comportamiento ha presentado la volatilidad en los precios del mercado de combustóleo, coque de petróleo y diesel? ¿Puede ser modelada la volatilidad de los petrolíferos? ¿A cuánto asciende el riesgo mercado de los precios de los petrolíferos de uso industrial?

Por lo anterior, en esta tesis se trazo el objetivo de ubicar teórica y conceptualmente la relevancia del estudio de la volatilidad en el proceso de la administración de los riesgos en la empresa. Además, describir la estructura del mercado mexicano petrolíferos, y conocer la evolución histórica de los precios de combustóleo, coque de petróleo y diesel industrial. También resultó importante considerar el desenvolvimiento de la volatilidad histórica en los precios de los petrolíferos estudiados y modelarla, para poder finalmente medir el riesgo de mercado en insumos para los combustibles considerados.

Según lo anterior, en la presente investigación se quiso comprobar si la volatilidad, es decir desviación estándar de las variaciones porcentuales diarias de los precios del combustóleo, coque de petróleo y diesel no es constante a través del tiempo. En caso afirmativo demostrar la factibilidad de utilizar un método de pronóstico heterocedástico condicional que mejorará la medición del riesgo de mercado en comparación con la utilización de la desviación estándar no condicional; ya que si la volatilidad del mercado es predecible tiene implicaciones importantes en la administración del riesgo, pues si la volatilidad se

incrementa, también lo hará el riesgo. Igualmente, si se prevé un incremento en la exposición del riesgo se puede recurrir a una estrategia de cobertura que ayude a mitigarlo.

El desarrollo de este trabajo de tesis, tuvo algunos obstáculos para la obtención de información, sobre todo la relacionada con el mercado spot de coque de petróleo. Pese a haber consultado fuentes como *Energy Information Administration* del Departamento de Energía de Los Estados Unidos, y en *Bloomberg* (el servicio básico), fue difícil encontrar dicha información. Fue sólo vía Red UNAM que, consultando una base de datos especializada, como se logró obtener una serie histórica de precios spot de coque de petróleo. Otro dificultad consistió en encontrar algún estudio precedente en el tema de la medición del riesgo de mercado en energéticos, para lo cual en la revista *Energy Economics* se encontró un par de artículos en inglés que sirvieron como referencia para esta investigación. Dichos artículos hacen uso de modelos de volatilidad estocástica GARCH, utilizados en esta investigación, para realizar una medición del Valor en Riesgo en los precios del petróleo crudo *West Texas Intermediate*, *Brent* y otros *commodities* no energéticos¹.

Así, en este trabajo de tesis se comienza con enmarcar el concepto de riesgo en la teoría económica bajo el enfoque de la escuela Neoclásica, que surge hacia la segunda mitad del siglo XIX y cobra auge a principios del siglo XX. Dicha escuela se caracteriza por dar énfasis al estudio de las unidades individuales, en el análisis de toma de decisiones y en la utilidad como exposición del valor. El conjunto de ideas neoclásicas se han logrado sistematizar en lo que ahora se conoce como teoría microeconómica debido al especial aporte de los teóricos marginalistas en el área del valor, de los precios y a otros neoclásicos dedicados al análisis monetario, a la distribución de los ingresos y a la búsqueda del equilibrio económico. Así es que el enfoque del estudio de la medición del riesgo se hace a la luz de dicha escuela teórica en el capítulo I. Además, en el primer capítulo también se desarrolla un marco conceptual en el cual se utilizó el planteamiento metodológico que propone el Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas para la administración de riesgos en una empresa industrial.

En el capítulo II se presenta la caracterización del mercado de la energía en México y el de petrolíferos. El estudio de dichos mercados se realiza a través de examinar como están compuestas la oferta y demanda de energía en nuestro país, y del combustible, coque de petróleo y diesel industrial.

El capítulo III muestra como se establece el mecanismo por el cual se determinan los precios de los energéticos estudiados en nuestro país, y se hace un breve análisis del comportamiento de los precios y de los factores importantes que han influido en ellos, comparando también el comportamiento del precio nacional con el de mercados de referencia.

¹ A lo largo de la redacción se hace referencia a estos artículos, además, en el anexo bibliográfico vienen enlistados.

En el capítulo IV, se identifica de manera puntual el factor de riesgo que servirá para realizar la medición de la volatilidad y se expone los resultados de la estimación dinámica de la desviación estándar de la tasa de variación del precio de los petrolíferos. El capítulo concluye con la exposición de la metodología de Valor en Riesgo (VaR) aplicado a este caso de estudio y muestra los resultados de la estimación de riesgo.

La tesis termina con la redacción de las conclusiones finales y los anexos metodológicos y estadísticos.

Finalmente, me gustaría hacer especial mención del apoyo recibido por parte del Instituto Mexicano del Petróleo, ya que gracias al Programa de Becas de Estancias Profesionales para Tesis de Licenciatura, conté con los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo. Asimismo, fue en la Competencia de Economía de dicha institución donde, al participar en el equipo de trabajo de Estudios Prospectivos y de Gran Visión en los proyectos 2004-2013 y 2005 -2014, surgió mi interés por estudiar los precios de petrolíferos, y más concretamente su volatilidad y riesgo.



CAPÍTULO I:

Riesgo, incertidumbre y volatilidad



En este capítulo se considera cómo la teoría económica indica que un inversionista buscará la medición del riesgo para determinar la factibilidad de una inversión, procurando maximizar el rendimiento esperado y minimizar su varianza, lo que implicará que el incremento en el rendimiento tendrá que ser suficientemente grande para compensar un mayor riesgo. La teoría también explica que la variabilidad de los precios en insumos se ve determinada por los mecanismos de precios.

Además se estudia la clasificación de los riesgos en una empresa de naturaleza industrial, y se ubica la medición del riesgo dentro del proceso de administración de riesgos. Al final, se concluye con una definición formal del concepto volatilidad.

I. Riesgo, incertidumbre y volatilidad

La historia de la medición del riesgo está estrechamente ligada al desarrollo de la probabilidad¹. Dicha disciplina tiene sus orígenes en el trabajo de Girolamo Cardano, que publicó en 1663 un tratado sobre juegos de Azar titulado *Liber de Ludo Alae*, que fue el primer esfuerzo para desarrollar los principios de la probabilidad.

Otro italiano sobresaliente, Galileo (1564-1642), escribió sobre la teoría de la probabilidad. Más tarde en el siglo XVII, Blaise Pascal aplicó conceptos geométricos a la teoría de la probabilidad. En 1733, Abraham de Moivre propuso la estructura de la distribución normal y el concepto de distribución estándar. Ocho años después, Bernoulli definió un proceso sistemático para la toma de decisiones basado en probabilidades.

En 1875 Francis Galton da a conocer el concepto de regresión a la media. En 1952, Harry Markowitz, publica la teoría de portafolios y el concepto de que en la medida en que se añaden activos a una cartera de inversión, el riesgo disminuye como consecuencia de la diversificación.

En 1970 y 2000 se presenta un gran desarrollo de nuevos instrumentos financieros, y surge un gran incremento en la volatilidad de variables que inciden en el precio de instrumentos financieros. En este periodo sobresale la contribución de Fisher Black y Myron Scholes de proponer una fórmula para valorar el precio de opciones financieras.

En 1994, el banco estadounidense JP Morgan propuso, en un documento técnico denominado *Riskmetrics*, el concepto de Valor en Riesgo, como modelo para medir cuantitativamente el riesgo financiero de mercado en activos o portafolios de inversión.

I.1 Marco Teórico

I.1.1 Inversión con incertidumbre

Un petrolífero es un insumo que representa una parte de la inversión que realiza una empresa en la producción de un determinado bien que será vendido para obtener un beneficio económico. La empresa que maximice su beneficio, desea calcular la tasa de rendimiento r de su inversión total que tendrá que ser mayor que el tipo de interés i que rige en los mercados financieros.

¹ De Lara, A. Medición y control de riesgos financieros, México, Limusa y Noriega editores, 2004, p. 13-16

Si $i > r$ para una determinada inversión, no se espera que sea rentable. Será mejor prestar los fondos de financiación disponibles a i , en vez de comprar un bien de capital que se espera produzca r . Por el contrario, si $i < r$ se esperaría que llevar a cabo la inversión en un bien de capital sea rentable².

Además de lo anterior, existe la necesidad de tener en cuenta la incertidumbre de la inversión física, y el grado de incertidumbre depende de las dificultades objetivas en la predicción de r . La incertidumbre se refiere a situaciones en las que hay muchos resultados posibles, pero se desconocen sus probabilidades, pero una vez que se analiza y estudia información económica relacionada con la inversión que se planea realizar, la incertidumbre se transforma en riesgo, que son situaciones en las que se puede enumerar todos los resultados posibles y se conoce la probabilidad de que se produzcan³.

Por lo tanto hay que considerar el riesgo del fracaso de la inversión que puede expresarse en forma porcentual y que se deducirá del r más probable. La teoría formaliza el concepto como prima de riesgo p . Si la posibilidad de fracaso de una inversión es muy alta la prima de riesgo puede ser considerada por el inversionista como la cantidad máxima de dinero que se pagaría por evitar un riesgo⁴. Entonces, para que un proyecto de inversión resulte rentable se debe cumplir que⁵:

$$r - p > i \text{ esto es, si } r > i + p$$

Aplicando lo anterior a un recurso, se tiene que éste se adquiere en razón de los servicios que puede suministrar al proceso de producción. Son los valores de estos servicios los que dan un valor al recurso. En ausencia de incertidumbre, el precio de un recurso será igual a su valor actual, obtenido descontando los precios esperados de sus servicios a lo largo de su vida, al tipo de interés corriente. Sin embargo los precios que se pagarán por los servicios productivos de un recurso son inciertos, y el tipo de interés corriente es conocido y cierto. De aquí que el precio de un recurso se obtendrá descontando los precios esperados de sus servicios a un tipo mayor que el tipo de interés que rige, o sea $i + p$, donde i es el tipo de interés de financiación y, p es la prima de riesgo que cubre la posibilidad de que los precios de los servicios sean más bajos de lo esperado⁶.

$$P = \frac{a_1}{(1+i+p)} + \frac{a_2}{(1+i+p)^2} + \dots + \frac{a_n}{(1+i+p)^n}$$

² Fleming, M., *Introducción al análisis económico*, Barcelona-España, Oikos-tau ediciones, 1972, pp. 270-272.

³ Pindyck, R., *Microeconomía*, Madrid, Pearson Educación, 5a edición, 2001, p. 150.

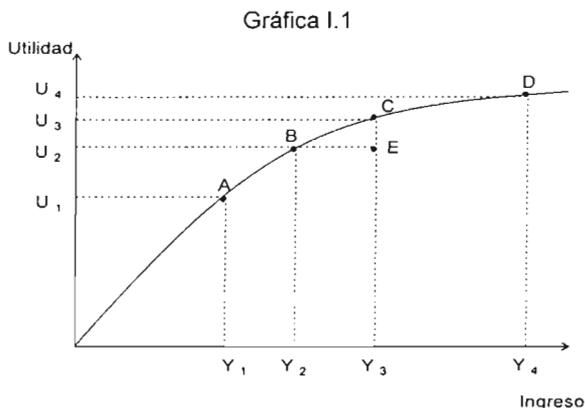
⁴ *Ibidem*, p. 158.

⁵ Fleming, M., *Op. cit.*, pp. 270-274.

⁶ *Ibidem*, 1972, pp. 278 y 279.

1.1.2 Utilidad y riesgo

La teoría nos indica que la actitud de los individuos hacia el riesgo, afecta muchas de las decisiones que toman. Ante la incertidumbre los individuos toman decisiones que maximizan la utilidad esperada, es decir la utilidad⁷ media que surge de todos los resultados posibles. Un mayor ingreso proporciona una utilidad más alta, pero la utilidad marginal (Δ utilidad / Δ ingreso) disminuye (ver gráfica I.1), por lo que un riesgo mayor con un ingreso esperado constante da lugar a una utilidad esperada más pequeña. Para elegir una acción más arriesgada, una persona debe esperar un ingreso lo suficientemente alto como para compensar el asumir el riesgo más alto⁸.



La utilidad marginal disminuye a medida que aumenta el ingreso. Un individuo es renuente al riesgo por que preferiría un ingreso seguro a una apuesta en la que la probabilidad a ganar un ingreso Y_3 es 0.5 y de Y_2 es 0.5, cuando el aumento de utilidad a penas de U_2 a U_3 es menor.

La disposición a correr riesgos varía de unas personas a otras, sin embargo la aversión al riesgo es el comportamiento más frecuente, prueba de ello es lo que se observa cuando las personas compran seguros de vida, seguros de enfermedad, seguros de automóviles y busca empleos cuyos salarios sean relativamente estables. De igual modo las empresas buscan asegurarse contra robo y siniestros, además de celebrar contratos adelantados de suministro de materias primas e insumos y, compran contratos de cobertura ante la variación adversa de variables financieras que pudieran afectar el flujo de efectivo de la empresa.

⁷ Entiéndase como utilidad a la capacidad que tiene un bien o servicio de dar satisfacción a una necesidad.

⁸ Parkin, M., *Microeconomía*, Addison Wesley, 1998, pp. 494-497.

Mucha de la incertidumbre que enfrentamos surge de la ignorancia, sin embargo, el conocimiento y la información no son gratuitos, por ello, debemos decidir la cantidad de información que vamos a adquirir. Así, los individuos suelen tomar decisiones basándose en una limitada cantidad de información, si se contara con más información, se podrían hacer mejores predicciones y reducir el riesgo.

1.1.3 Criterios de decisión en la inversión.

Si una elección se hace en condiciones de certeza, entonces el criterio de decisión adecuado para realizar una inversión es el del máximo rendimiento, desafortunadamente el supuesto de certeza no se adapta a la realidad de los mercados. En condiciones de riesgo⁹, no tiene sentido hablar de un rendimiento en concreto, puesto que se considera aleatorio, es así que se supondría que las decisiones se basan en el máximo rendimiento esperado, pero en condiciones de aversión al riesgo, se aplica el criterio de máxima utilidad esperada considerada en la sección anterior.

No obstante para que dicho análisis sea posible se requiere conocer la función de utilidad del individuo, pero sino se dispone de tal información, no es factible comparar dos o más alternativas de inversión. Existe entonces la posibilidad de encontrar un conjunto de alternativas que con seguridad no serán elegidas por ningún inversionista que tenga una característica predefinida. Surge así el “criterio de eficiencia”, el cual se considera óptimo *entre todos los referidos a un mismo tipo de inversores (tienen funciones de utilidad con alguna característica común) si el conjunto eficiente que origina es el de mínimo número de elementos*¹⁰.

Si no se realizan suposiciones acerca de la distribución de probabilidades de los rendimientos aleatorios de las inversiones ni se especifica determinada función de utilidad de los inversionistas, surgen los criterios de predominio estocástico, en los cuales se hacen supuestos muy generales acerca de ciertos comportamientos de los mismos. Existen tres criterios de predominio estocástico¹¹:

1. se presupone que los inversores son racionales en el sentido de preferir más rendimiento a menos, lo que implica utilidad creciente, incluyéndose así inversionistas adversos, neutrales y propensos al riesgo;
2. al supuesto de racionalidad se agrega el de aversión al riesgo, donde la función de utilidad además de ser creciente es cóncava;

⁹ Dentro del contexto de la teoría del portafolio, el riesgo corresponde a la situación en que nos e dan las condiciones de certeza, pero: 1) se tiene conocimiento de todos los futuros estados posibles de la economía, negocios, etc. Que pueden afectar los valores de los parámetros relevantes en la decisión, y 2) se está en condiciones de asignar una probabilidad a la ocurrencia de cada uno de estos estados. Véase, Messuti, D. [et al], *Selección de inversiones, introducción a la teoría de la cartera*, Buenos Aires, Ediciones Macchi, 1992, p. 147.

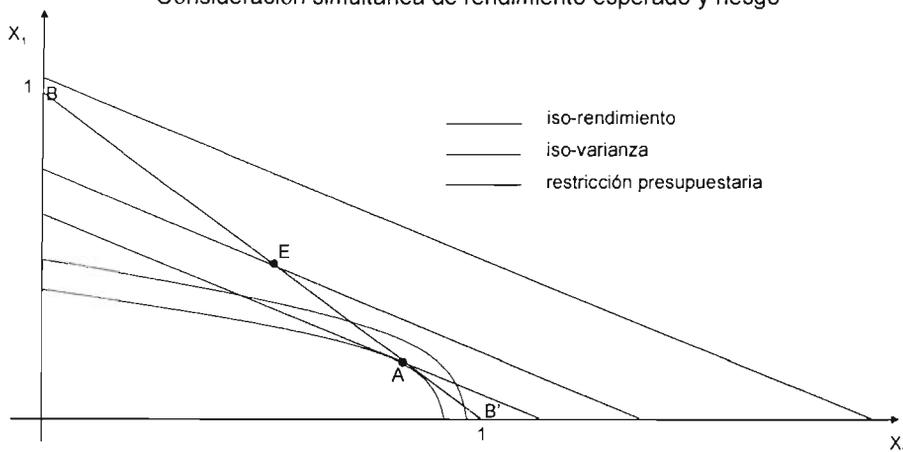
¹⁰ *Ibidem*, pp. 211-212.

¹¹ *Ibidem*, pp. 212-215.

- el tercer criterio exige mayor información de la función de utilidad, el cual se aplica a inversionistas racionales y adversos al riesgo, cuya aversión absoluta es decreciente.

Los criterios de predominio estocástico ayudan a separar las inversiones ineficientes sin conocer la función de utilidad del inversionista, facilitándose las decisiones de inversión con información limitada. Empero, requieren el conocimiento completo de la variable aleatoria, es decir, el conocimiento de todos sus momentos estadísticos. Investigadores como Domar y Musgrave¹² identificaron el riesgo como la probabilidad de pérdida, es decir de tasas de rendimientos negativas. Otros autores como Keynes y Hicks identifican el riesgo con la dispersión de los rendimientos alrededor del promedio. Surge así entonces, con el supuesto simplificador de que es sólo necesario conocer los dos primeros momentos (el rendimiento esperado o esperanza del rendimiento y la varianza) para discriminar entre inversiones eficientes e ineficientes, el *criterio de media-varianza* (CMV).

Gráfica 1.2
Consideración simultánea de rendimiento esperado y riesgo



Inicialmente el inversionista buscará la proporción x_1 y x_2 de inversión en dos activos que le ofrezca mayor esperanza en el rendimiento en el punto E. Si muestra aversión al riesgo buscará la menor iso-varianza que representa el menor riesgo, ajustando la proporción de su inversión al punto A.

Si el individuo es adverso al riesgo, éste se mide con la varianza. Se deduce así que un inversionista prefiere un rendimiento esperado mayor y que la varianza de la alternativa sea

¹² Esta idea se ubica en "Proportional Income Taxation and Risk Taking", publicado en *Quarterly Journal of Economic*.

la menor. Se ha probado que si se supone una distribución normal en los rendimientos de una inversión, entonces el criterio de media-varianza es un criterio de eficiencia apropiado con base en el Teorema central del límite, que asegura que la media de una muestra de n valores tiende a estar normalmente distribuida cuando el número de n es suficientemente grande¹³.

El CMV, donde los agentes logran el máximo rendimiento esperado con un nivel de riesgo determinado (varianza), es utilizado en la optimización de inversiones gracias desarrollo teórico de Harry Markowitz. Cuando se realiza la valoración de activos con CMV, es importante señalar que se aplica de diferente forma cuando se valora un portafolio de activos o activos individuales. En el primer caso el riesgo puede diversificarse y así se elimina parte del riesgo, mientras que el segundo caso el riesgo es más relevante pues está asociado al mercado¹⁴.

1.1.4 Variabilidad en los precios

Para poder estudiar el riesgo es necesario estudiar sus fuentes, de las cuales una de ellas es la variabilidad (volatilidad) de los precios en insumos, como lo puede ser un combustible. Para poder hacer un análisis ordenado de la volatilidad será conveniente tener en cuenta los aspectos teóricos que dictan cuales son los factores que determinan la variación en los precios.

Hay que empezar considerando que los insumos, como lo son los combustibles petrolíferos, constituyen un costo para una empresa en el que se debe incurrir como pago de un recurso que será utilizado en la producción de un bien. La empresa busca un beneficio económico que habrá de ser maximizado en buena medida minimizando los costos, por lo tanto debe sopesar la productividad de cada recurso frente al precio que deba pagar por él¹⁵.

La variación de los precios en la microeconomía se realiza a la luz del análisis del mecanismo de los precios, que indica que los individuos toman decisiones económicas basándose en el nivel de precios que reporte determinado bien, servicio o insumo, existiendo un comportamiento racional en la economía. Dicho mecanismo es un sistema de comunicación y de información que da las señales que dirigen las actividades de productores y consumidores.

En primera instancia la teoría nos indica que los precios de los insumos varían hasta que las cantidades de los diferentes recursos utilizados por las empresas sean iguales a las que las familias y otras empresas desean vender. Las variaciones en los precios tendrán lugar siempre que existan alteraciones en las condiciones de oferta y demanda, por ello el número

¹³ Messuti, D., op. cit., pp. 220-227.

¹⁴ Marín J. y Rubio, G., *Economía financiera*, España, Antoni Bosch editor, 2001, pp. 200-201.

¹⁵ Parkin, M., op. cit., pp. 33-39.

de influencias que afectan a los precios es grande debido a las interrelaciones entre diferentes precios y cantidades de diferentes bienes y recursos. Si el precio de un insumo aumenta, la empresa contratará menos del mismo por dos razones: 1) el mayor precio ha aumentado. 2) el mayor precio incrementará los costos de la empresa reducirá la cantidad que puede vender. Este efecto en la producción lleva a que se contraten menos unidades del mismo.¹⁶

El precio un petrolífero también variará en una medida importante por las causas que hacen variar el precio del petróleo debido que es la principal materia prima para elaborar dichos energéticos. Hotelling en su trabajo “La economía de los recursos agotables” estudió la consecuencia que tiene en el precio el hecho de que el petróleo sea un recurso agotable. Extendiéndose el principio mencionado se tendrá que un propietario de petróleo comparará el valor de un barril producido hoy con el valor del mismo barril producido en el futuro. Por lo tanto la variación de los precios se presentará en un mercado competitivo, donde los productores se comportan racionalmente, tomando en cuenta una renta de escasez y no obedeciendo al coste marginal de producción. Entonces existe un principio de descontar el valor de la producción futura. Cuando se descubrió que existe más petróleo, debido a nuevos yacimientos o por mejoras que permiten mayor recuperación del hidrocarburo, se esperará una disminución en el precio futuro debido a una disminución de la escasez. Ahora bien, un impacto en el desarrollo futuro, límites a la exploración, nacionalizaciones, pueden afectar al alza los precios del petróleo¹⁷.

La anterior propuesta considera un mercado competitivo, pero hay otros análisis que consideran la existencia de poder de mercado en los productores del petróleo. Una teoría considera que la Organización de Países Exportadores Petróleo (OPEP) se comporta como un cártel que maximiza su beneficio, es decir, los países integrantes cooperan para reducir la cantidad ofrecida de una mercancía, y por tanto, consiguen elevar el precio. Se argumenta que la OPEP ha de ser capaz de ponerse acuerdo en la cantidad a ofrecer, tras fijar el nivel de oferta del cártel, ha de repartirla entre sus miembros, y los incentivos para mentir (pudiendo ofrecer algunos de los miembros de la organización precios con rebajas) son altos¹⁸.

Otro modelo defendido por M.A. Adelman indica que existe una empresa, o país dominante, dentro del cártel. Todos los productores son precio-aceptantes excepto uno, que por su tamaño hace de productor de balance para llevar al precio al nivel deseado. Dicho productor dominante será Arabia Saudita que busca que los precios alcancen un nivel que le permitan maximizar beneficios, pero que no sean tan altos que incentiven el desarrollo de sustitutos viables del petróleo. Por lo tanto la incertidumbre de los importadores ante recortes en la producción de Arabia Saudita aumenta la demanda de petróleo para reservas, derivando el comportamiento en elevación del precio del crudo, ante lo cual la OPEP

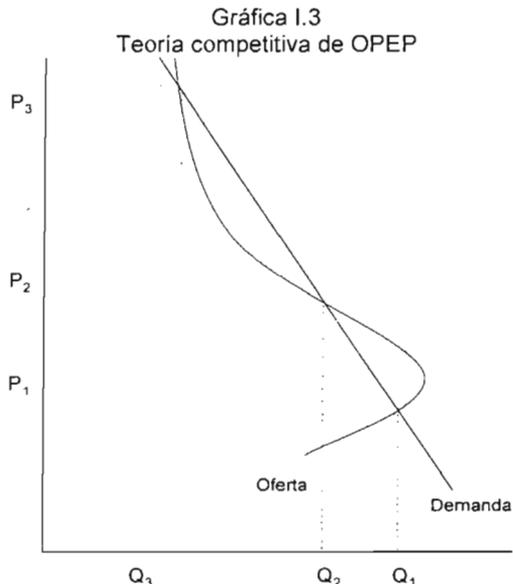
¹⁶ Nicholson, W. Microeconomía intermedia y sus aplicaciones, Colombia, McGraw-Hill.

¹⁷ Véase Parra, E., *Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios*, Akal ediciones, Madrid, 2003, pp. 261-264.

¹⁸ *Ibidem*, pp. 266-267.

responde con aumento de cuotas de producción para favorecer la posterior disminución del precio¹⁹.

Otros escritores que no aceptan los modelos de monopolio como Rosenstein-Rodan sostienen que en la OPEP se toman decisiones del nivel de producción de petróleo en función de la necesidad de ingresos en sus respectivos países y no con base en la maximización de beneficios, en otras palabras, depende de la habilidad de usar los ingresos petroleros en forma productiva en sus respectivas economías. Si la curva de demanda de petróleo cambian hacia abajo o las necesidades de los países de la OPEP aumentan, entonces los miembros de la OPEP amplían la producción para generar ingresos adicionales.



Fuente: Elaborado por Parra, E., en *Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios*, a partir de lo propuesto por Cremer y P. Krugman.

Por último, otros teóricos tales como Cremer y Salehi-Isfahani afirman que la OPEP es un cártel estropeado, ya que cada país del cartel ha aumentado su producción sustancialmente, comportándose así de manera competitiva. Los teóricos afirman que la curva de oferta de petróleo está flexionada hacia atrás. Los países exportadores intentan alcanzar un ingreso objetivo para cubrir los objetivos de inversión internos. Para un precio dado el ingreso preestablecido define el nivel de producción y por lo tanto no hay incentivo para producir

¹⁹ *Ibidem*, pp. 268-270.

más. Algunos países que extraen más crudo dedican sus inversiones directas a ciertos fondos, y quien piensa que dicho camino no es rentable retrasan la extracción en espera de precios más altos. Entonces la llegada de precios altos incentiva a producir menos, ya que con menos producción se conseguirán los mismos ingresos. En síntesis, al fijarse un nivel de ingresos lo que implica que en un inicio un precio en aumento favorecería un aumento de la cantidad ofrecida, pero en determinado punto constante el incremento del precio disminuiría la cantidad ofrecida²⁰ (ver gráfica I.2).

I.2 Los Riesgos en una empresa

I.2.1 Definición y clasificación del riesgo

La palabra *riesgo* proviene del italiano *risico* o *rischio*, y según el diccionario de la lengua de la Real Academia Española se define como la “Contingencia o proximidad de un daño”. Dentro del contexto de una empresa riesgo, en general, se entiende como la probabilidad de que un evento inesperado pueda afectar negativamente la capacidad de una organización para lograr sus estrategias y objetivos de negocio. Visto de esta manera un riesgo pudiera originarse de fenómenos como la globalización, la gran velocidad del cambio, la intensidad de la competencia, la excesiva regulación, el progreso tecnológico y otras tendencias que hacen difícil para una empresa la manera de responder a los retos del futuro.

Acontecimientos como la sustitución de los tipos de cambio fijos por flexibles, la crisis de los precios del petróleo en los 70's, el crack bursátil en 1987 en los Estados Unidos, entre otros sucesos relevantes ponen de manifiesto la creciente volatilidad, es decir, la gran inestabilidad en las variables financieras del entorno macroeconómico. Además, durante la década de los 90's surgieron varios acontecimientos que propinaron una gran inestabilidad al sistema económico mundial: la burbuja financiera y la crisis bancaria en Japón, la crisis del peso mexicano, la crisis financiera asiática, la moratoria rusa, el cierre de forma abrupta y desordenada de las posiciones de Long-Term Capital Management, la devaluación del Real Brasileño, y la caída en las cotizaciones bursátiles de empresas tecnológicas.

Ante tales eventos existe la necesidad de que en las empresas se implemente mecanismos que proporcionen una protección contra sucesos inesperados que pongan en peligro los flujos de efectivo e incluso la supervivencia de la unidad económica. Es así que surge la administración de riesgos, que en sus inicios concebía el riesgo como un perjuicio financiero y como controles internos. Más recientemente, la capacidad de controlar el riesgo se ha convertido en un requisito para la alta gerencia y para generar ventajas estratégicas. Por eso en la presente investigación se optó utilizar principalmente el enfoque que propuso en el año 2003 el Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas que se denomina Administración Integral de Riesgos de Negocios, que está orientado principalmente a empresas comerciales e industriales. Según esta visión, la *administración*

²⁰ *Ibidem*, pp. 270-273.

*de riesgos es el proceso de identificación y gestión global de los riesgos clave del negocio con el objeto de mitigar la exposición integral de la empresa*²¹.

Con frecuencia los riesgos provienen de eventos externos a las operaciones comerciales, pero en algunos casos se derivan de eventos internos. En el cuadro I.1 se presenta un esquema que representa las fuentes reconocidas de incertidumbre o de riesgo en un negocio. Conforme a dicho cuadro, los *riesgos de entorno* provienen de fuerzas del exterior de la empresa pero pueden afectar la estabilidad y existencia de un negocio, puesto que obligan a replantear los objetivos y estrategias del negocio. Dentro de este tipo de riesgos pueden incluirse cambios en las condiciones económicas y de mercado, nuevos requisitos en la regulación, nuevas tecnologías, nuevas políticas y desastres naturales, entre otros. Los *riesgos de toma de decisiones* indican el impacto negativo que la información usada, es decir la relevancia y confiabilidad que puedan tener registros, reportes e informes para la empresa.

Cuadro I.1
Fuentes de riesgo e incertidumbre

Tipos	Ejemplos
Externas <i>Riesgo del entorno</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Acciones de competidores ○ Variables económicas: tasas de interés, inflación, etc. ○ Catástrofes
Internas <i>Riesgo de procesos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Manejo de marcas ○ Clientes ○ Proveedores ○ Empleados ○ Procesos operativos
Decisiones <i>Riesgo relativo a la toma de decisiones</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fusiones ○ Nuevos mercados ○ Investigación y desarrollo ○ Productos

Las fuentes internas de riesgo involucran que los procesos dentro de la empresa no estén funcionando de manera eficiente y eficaz, de que no exista una renovación y de que no se este creando valor o que se este perdiendo.

Los riesgos de procesos se dividen tal como lo expresa el cuadro I.2, y los que más interesan a la investigación son los riesgos financieros que tradicionalmente se vinculan a las posibles pérdidas en los mercados debido a movimientos en variables financieras²², aunque desde la óptica de una empresa puede entenderse como *el riesgo de que el flujo de efectivo y los riesgos financieros no sean administrado de forma efectiva para a)*

²¹ IMEF, *Administración integral de riesgos de negocio*, México, 2003, p. 6.

²² Jorion, P., *Valor en riesgo*, México, Editorial Limusa y Noriega Editores, 2004, p. 24.

maximizar la disponibilidad de efectivo, b) reducir incertidumbre de divisas, tasas de interés, crédito y otros riesgos financieros, o c) mover fondos de efectivo rápidamente y sin perder valor adonde sean requeridos²³.

Cuadro I.2
Riesgos de procesos.

Tipo	Ejemplo:
Riesgos de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Satisfacción del cliente ○ Recursos humanos ○ Conocimientos ○ Desarrollo de producto
Riesgos de autoridad	<ul style="list-style-type: none"> ○ Liderazgo ○ Límites de autoridad ○ Outsourcing ○ Incentivos al desempeño ○ Disposición al cambio
Riesgos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas de información ○ Integridad de transacciones ○ Acceso a la información ○ Infraestructura
Riesgos de integridad	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fraude de la gerencia ○ Fraude de empleados ○ Acciones legales ○ Reputación
Riesgos financieros	

A su vez, Los riesgos financieros pueden ser clasificados así:

Cuadro I.3
Riesgos financieros en la empresa:

Mercado	○ Tasa de interés
	○ Tipo de cambio
	○ Patrimonio
	○ Insumos (<i>commodities</i>)
	○ Instrumentos financieros
Liquidez	○ Flujo de caja
Crédito	○ Incumplimiento
	○ Concentración
	○ Liquidación
	○ Garantía

²³ IMEF, *op. cit.*, p 121.

Los riesgos financieros de *liquidez* se refieren a la dificultad que puede existir para financiar el negocio y su crecimiento, pero también incluye la exposición por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales. Por su parte el riesgo financiero de *crédito* corresponde al incumplimiento de contrato o insolvencia. En el caso de esta investigación, el principal interés radica en el estudio del riesgo financiero de mercado que se define como la exposición de las ganancias o el patrimonio neto a cambios en los factores del mercado que afectan los ingresos, los gastos o los saldos del balance general.

Dentro del riesgo de mercado existe:

- El riesgo de tipo de interés, vinculado a un movimiento adverso el nivel de las tasas de interés que puede afectar el valor de una empresa.
- El riesgo de tipo de cambiario implica una exposición debido a fluctuaciones del tipo de cambio de monedas extranjeras.
- El riesgo de patrimonio o de inversión en capital es la exposición de la empresa a las fluctuaciones en los ingresos y en el valor del patrimonio de una sociedad.
- El riesgo de instrumentos financieros representa posibles costos excesivos o pérdidas originadas por la complejidad del manejo y administración en instrumentos financieros.
- Riesgo en precio de insumos y productos (*commodities*), que obedece a fluctuaciones en los precios de un producto o insumo que exponen a las empresas a un menor margen en su producto o a pérdidas en las operaciones.

Es la medición de último tipo de riesgo enunciado la que esta investigación se da a la tarea de efectuar, así que se identifica que existe riesgo de insumos en una entidad o negocio cuando²⁴:

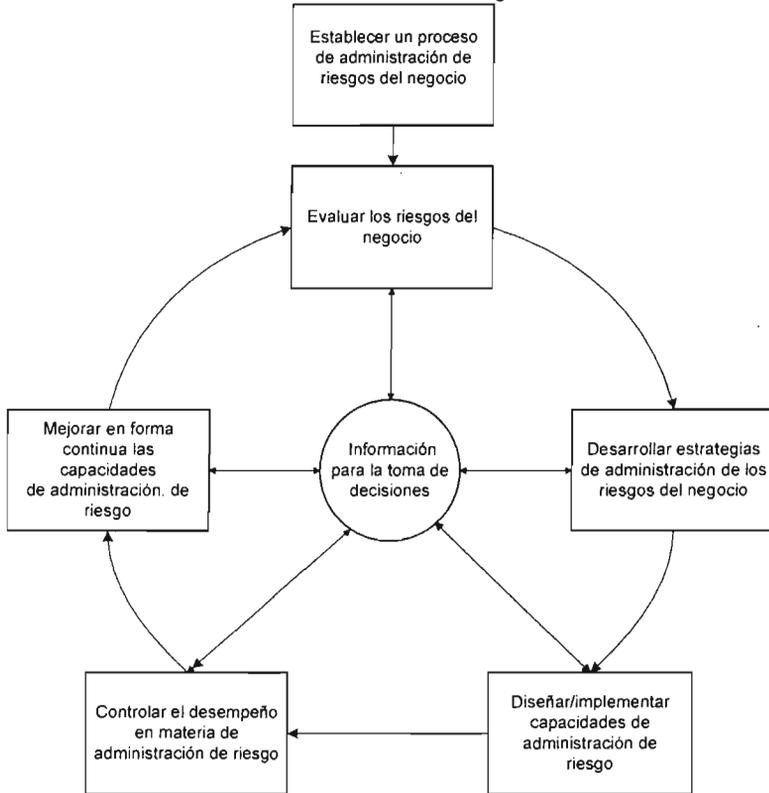
- Tiene inversiones en mercancías, ya sea con fines especulativos o por su propia actividad.
- Tiene posiciones en instrumentos derivados cuyo subyacente está expuesto a riesgo de mercancías.
- Una mercancía determinada interviene de manera significativa en su proceso productivo.
- La mercancía considerada es sustitutiva de uno de sus productos.

1.2.2 La medición del riesgo y su importancia

El proceso de administración propuesto por el IMEF, dentro del cual se enmarca el presente trabajo de investigación es el siguiente:

²⁴ Soler... [et al.]. *Gestión de Riesgos Financieros, un enfoque latinoamericano*, Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander, 1999, p. 48.

Figura 1.1
Administración de Riesgos



Fuente: IMEF.

El establecimiento del proceso de administración de riesgos empieza con la definición de metas y objetivos, un lenguaje común y, una estructura de supervisión en que deben estar alineados con los procesos y estrategias del negocio. El segundo elemento del proceso es la evaluación de los riesgos del negocio que consiste en identificar, determinar y medir los riesgos de la empresa. Después de la evaluación de los riesgos de la empresa se desarrollarán las estrategias de administración de riesgos que podrán basarse en evitar, retener, reducir, transferir o aprovechar los riesgos. El Diseño/Implementación de las capacidades de administración de riesgos incluye los procesos, las personas, los informes,

las metodologías y la tecnología necesarios para implementar una estrategia en particular. El control del desempeño de la administración de riesgos consiste en realizar un monitoreo, que se fundamenta en procesos formales e informales aplicados por la alta gerencia, y otros responsables. Por último la mejora continua del proceso se basará en la comparación del desempeño y estándares para identificar mejores prácticas, la comunicación interactiva y el intercambio del conocimiento y el aprendizaje de los empleados.

La etapa de Evaluación de Riesgos es sobre la cual gira la atención, ya que es donde tienen lugar un estudio de la naturaleza propuesta en esta investigación. La evaluación comienza con la identificación de los riesgos que deberían administrarse y para ello se utiliza como herramienta el mapeo de riesgos. Una vez que son identificados los riesgos se presenta el impacto que pudieran ocasionar a la empresa y la probabilidad de que ocurran, lo que permite priorizar riesgos. Posteriormente se pasa a la determinación del origen del riesgo para poder entender las causas subyacentes o indicadores, lo que facilitará la medición y la selección de estrategias de administración. El siguiente paso consiste en seleccionar algunas de las siguientes metodologías de medición de los riesgos del negocio²⁵:

- Análisis del indicador del riesgo, que involucra, la evaluación de indicadores cualitativos considerados signos de alerta.
- Calificación o clasificación del riesgo, que es un método que utiliza plantillas analíticas y sistemas basados en la aplicación de criterios predefinidos.
- Medición del desempeño, que pueden ser por ejemplo medias del costo, calidad y tiempo de desempeño.
- Medición de la exposición, que se asocia con la definición de un monto bruto del riesgo.
- Medición de riesgo, que consiste en medir la incertidumbre a través de la variabilidad del desempeño asociada con el retorno de un valor. Es asociada con la volatilidad de una variable. También se define la máxima pérdida posible o la máxima variación posible. Sea ha de incluir entonces conceptos como volatilidad, probabilidad de ocurrencia, entre otros.

Es entonces la última metodología la que se pretende aplicar en este trabajo, puesto que se analizará la volatilidad de los precios de combustibles petrolíferos destinados a la industria, y también se hará una medición del riesgo financiero de mercado en insumos, o como lo llaman otros autores, una medición del riesgo de energía en los precios del combustóleo, coque de petróleo y diesel usados en la industria mexicana.

La importancia que puede tener la medición del riesgo en una empresa puede resumirse en los siguientes puntos:

²⁵ IMEF. *Administración integral de riesgos de negocio*, México, 2003, pp. 42-45.

“

- Se puede cuantificar el riesgo en términos de valor monetario y así sumar las medidas y presentar una visión de toda la empresa.
- Relacionar los riesgos considerados con el capital, las ganancias y el flujo de efectivo, con los objetivos y las estrategias de la empresa, para que ese intercambio de riesgo/beneficio pueda ser evaluado y se asigne el capital necesario para absorber pérdidas potenciales.
- Establecer parámetros y límites de riesgo y asegurar que los riesgos tomados siguen dentro de los límites establecidos.
- Evaluar la efectividad de estrategias alternativas de administración de riesgo.
- Analizar mejor el desempeño a través de diferentes riesgos, inversiones, productos y unidades.
- Determinar planes para contingencias sobre posibles resultados inciertos.
- Apoyar la obligación de revelar información requerida por los mercados de capitales y por las entidades reguladoras en diversos países.”²⁶

A lo anterior se puede agregar lo que Ángel Vilariño sostiene sobre la utilidad de los sistemas de medición de riesgo en una empresa en la toma de las siguientes decisiones en el ámbito de la gestión²⁷:

- Determinación de límites operativos para las posiciones de negociación.
- Determinación de límites para la concentración de crédito según calificación crediticia, sector de actividad y zona geográfica.
- Evaluación de los resultados en diferentes líneas de actividad.
- Obtención de rentabilidades ajustadas al riesgo soportado.
- Diseño de coberturas.
- Determinación de objetivos en términos de rentabilidad esperada y riesgo soportado.
- Asignación de recursos de capital.
- Cálculo de los recursos de capital, tanto desde el punto de vista de la regulación, como desde el objetivo de conseguir un nivel de *rating* determinado.
- Generación de la información adecuada a los diferentes agentes relevantes, como accionistas, auditores, reguladores, agencias de calificación, clientes, medios de comunicación especializados y otros.
- Determinación de las primas de riesgo.

²⁶ IMEF, *Administración integral de riesgos de negocio*, México, 2003, p. 41.

²⁷ Vilariño, A., *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*, Madrid, Prentice-Hall, 2001, p. 19.

I.3 Volatilidad

Una vez que se ha entendido conceptos previos, se puede dar una definición más formal de del término volatilidad, que se define de manera puntual como la desviación estándar de la distribución del rendimiento, o como en el caso particular de este estudio, de las tasas de variación en los precios, y es considerado uno de los parámetros críticos en la medición de riesgos. Cuando se aceptan distribuciones normales, sean incondicionales o condicionales, el riesgo es una función de la volatilidad²⁸.

La volatilidad es un indicador fundamental para la cuantificación del riesgo de mercado porque representa una medida de dispersión de las variaciones porcentuales del precio con respecto al promedio o a la media de los mismos en un periodo determinado²⁹.

La evidencia empírica observada en numerosas series cronológicas de información económica y financieras ha mostrado que a menudo la volatilidad presenta las siguientes características³⁰:

- La volatilidad varía a lo largo del tiempo y sigue un comportamiento similar a la de la variación porcentual diaria.
- Volatilidades elevadas permanecen por largo tiempo antes de disminuir a su nivel de largo plazo (*clustering*).
- La volatilidad varía más que proporcionalmente cuando los rendimientos o variaciones porcentuales aumentan, que cuando disminuyen

C. Alexander, D. Duffie y J. Pam destacan que la respuesta de la curtosis a través del tiempo es mayor mientras más estocástica es la volatilidad y menor mientras más frecuentes son los brinco de los precios.

²⁸ Vilariño, A., *op. cit.*, p. 161.

²⁹ De Lara, A. *op. cit.*, p. 43.

³⁰ Sánchez, C. *Valor en Riesgo y otras aproximaciones*, México, Valuación, Análisis y Riesgos, S.C., 2001, pp.201-203.



CAPÍTULO II:

EL MERCADO NACIONAL DE ENERGÍA



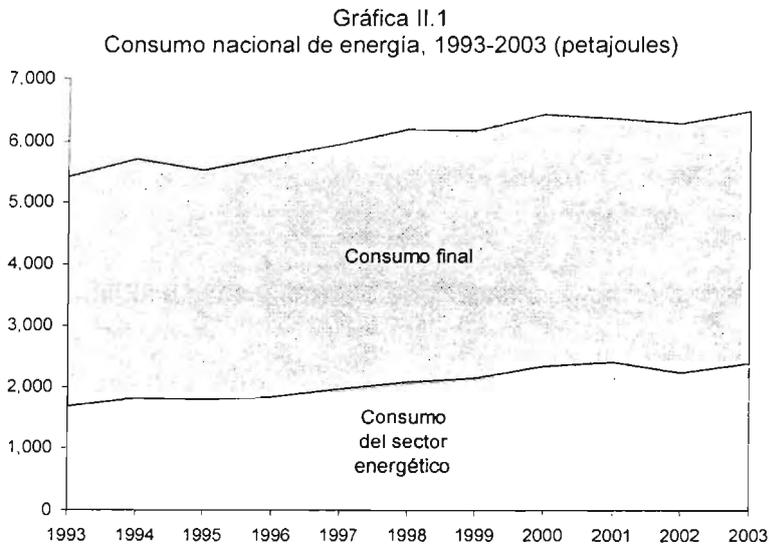
En el capítulo II se describe la estructura general del mercado de la energía en nuestro país. El sector económico industrial es el segundo consumidor de energía más importante, en donde los combustibles de origen petrolífero más demandados son el combustóleo, el coque de petróleo y el diesel.

A lo largo de esta parte de la investigación se expone cual es la utilización de los tres combustibles mencionados, además de que se resumen la condiciones de la oferta y la demanda de cada uno de ellos en el mercado mexicano.

II. El mercado nacional de energía

II.1 Demanda nacional de energía¹

El consumo nacional total, según la Secretaría de Energía, se define como la suma de las fuentes de energía primaria y secundaria. La primera fuente corresponde a aquellos recursos energéticos que se obtienen de manera inmediata de la naturaleza o a través de la extracción y pudieran ser consumidos directamente o ser utilizados para obtener productos secundarios. Por su parte la energía secundaria hace referencia a energéticos de consumo final que provienen de fuentes primarias. En esta parte del capítulo se comenzará a analizar el consumo utilizando el joule como unidad de medida de uso obligatorio en nuestro país según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para hacer una agregación y una comparación directa entre las diferentes energéticos que conforman el mercado de la energía en México, posteriormente se considerará los productos petrolíferos objeto de estudio en esta investigación en sus respectivas unidades de medida de origen con las cuales son comercializados.



Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

¹ La división de los sectores económicos utilizada en este capítulo y a lo largo de este estudio es la misma que publica la Secretaría de Energía en el Balance Nacional de Petrolíferos dentro de la *Prospectiva de Petrolíferos* de cada año, donde por ejemplo, dentro del sector industrial excluye la generación eléctrica el consumo de energía por parte de CFE y autogeneración eléctrica privada y se contabiliza como sector eléctrico.

Durante el periodo de 1993 a 2003 el consumo nacional total de energía creció un promedio de 1.8% anual, siguiendo un ritmo similar al crecimiento de la economía nacional. El destino del consumo total se divide en dos tipos:

- Consumo del sector energético, que consiste en autoconsumo y, las pérdidas por transformación y distribución.
- El consumo final que es la energía y materia prima derivada de energéticos que se reserva a los distintos sectores de la economía.

En 1993 el sector energético nacional se situaba en un nivel de consumo de 1,699 petajoules (PJ) que representó el 31.3% del total nacional, y para el año 2003 la cifra llegó a 2,391 PJ correspondiendo al 37.0% del consumo nacional (ver cuadro II.1). El aumento de la participación del consumo sector energético dependió principalmente del incremento en un 56.9% entre 1993 y 2003 de las pérdidas por transformación energética, según información del Balance Nacional de Energía 2003.

Cuadro II.1
Consumo Nacional de Energía, 1992-2003 (petajoules)

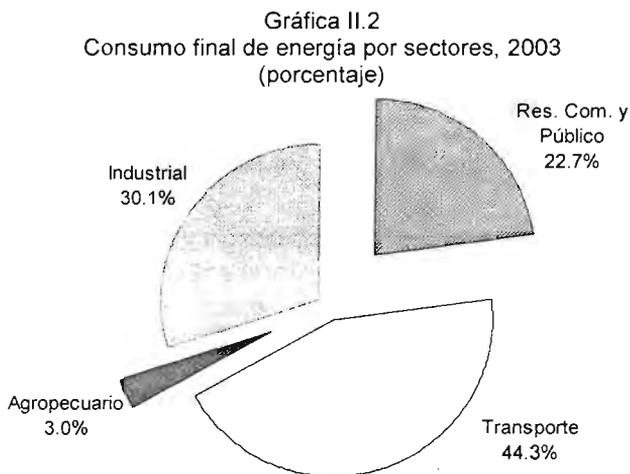
Año	Consumo nacional Total	Consumo del sector energético	Consumo final
1993	5,429.720	1,699.835	3,729.885
1994	5,705.230	1,811.454	3,893.776
1995	5,529.040	1,799.290	3,729.750
1996	5,745.014	1,851.221	3,893.793
1997	5,955.940	1,968.592	3,987.348
1998	6,188.244	2,082.179	4,106.065
1999	6,157.875	2,150.089	4,007.786
2000	6,428.312	2,349.917	4,078.395
2001	6,359.514	2,404.250	3,955.264
2002	6,273.433	2,244.398	4,029.035
2003	6,471.142	2,391.153	4,079.989

Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

El consumo final, que se compone por el consumo energético y no energético, creció a un ritmo de 0.9% anual en promedio durante el periodo de 1993 a 2003. Por su parte el consumo energético, que al 2003 representó 93.2% del consumo final total, se refiere a los combustibles primarios y secundarios que se utilizan para satisfacer la demanda de energía de los sectores económicos agropecuario, industrial, transporte y residencial, comercial y público. Durante los 11 años representados en el cuadro 2.2 se puede observar el papel preponderante de la demanda del sector transporte que para el año 2003 presenta una

demanda de 1,683.9 PJ, en segundo orden de importancia se encuentra el consumo del sector industrial con 1,143.1 PJ para el mismo año. En el sector residencial, comercial y público se consumió 861.6 PJ y en el sector agropecuario apenas se alcanza la cantidad de 112.8 PJ (ver gráfica II.2).

El consumo no energético es el que emplea energía primaria y secundaria como materias primas para elaboración de productos no energéticos, como por ejemplo: el gas natural y el petróleo que se utilizan para fabricar plásticos y solventes. El sector energético ha venido disminuyendo su demanda a una tasa media anual de 4.2%, su participación en el consumo final representó un 11.5% en 1993 y se colocó en 6.8% en 2003, lo cual se explica debido a la disminución de la demanda de la industria petroquímica (ver cuadro II.2).



Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

En esta investigación es de especial importancia la consideración del consumo de energéticos en el sector industrial, que como mencionó representa alrededor del 30% del consumo energético. El combustible más consumido por el sector industrial es el gas natural, que el 2003 representó el 33.6% (383.8 PJ), mientras que segundo energético más consumido fue la electricidad que con un consumo de 335.2 PJ significó el 29.3% para el mismo año.

Con referencia al caso específico de los petrolíferos seleccionados para esta investigación, observamos que el combustible ocupa el tercer lugar dentro del consumo industrial de energía, en el 2003 alcanzó una demanda de 119.5 PJ que equivale a una participación de 10.5%. El quinto lugar lo ocupó el coque de petróleo con un consumo de 67.5 PJ que

significó una participación de 5.9%. El diesel con 3.7% ocupó en el séptimo en el orden de importancia, al consumirse 41.9 PJ (ver cuadro II.3 y II.4).

Cuadro II.2
Consumo total final de energía, 1992-2003 (petajoules)

Año	Consumo final total	Consumo no energético	Res. Com. y Público	Consumo energético		
				Transporte	Agropecuario	Industrial
1993	3,729.885	429.637	784.796	1,403.333	92.557	1,019.562
1994	3,893.776	484.049	814.445	1,471.731	91.048	1,032.503
1995	3,729.750	375.320	811.471	1,399.082	93.536	1,050.341
1996	3,893.793	376.662	831.051	1,418.826	101.401	1,165.853
1997	3,987.348	385.535	835.429	1,478.142	106.918	1,181.324
1998	4,106.065	358.474	864.580	1,527.261	106.562	1,249.188
1999	4,007.786	381.075	803.282	1,548.163	116.879	1,158.387
2000	4,078.395	308.947	833.036	1,614.415	115.515	1,206.482
2001	3,955.264	284.776	837.883	1,611.115	110.334	1,111.156
2002	4,029.035	276.528	850.057	1,632.989	107.491	1,161.970
2003	4,079.989	278.609	861.614	1,683.925	112.768	1,143.073

Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

II. 2 Oferta nacional de energía

La contabilidad de la energía en nuestro país considera la oferta total como la sumatoria de la producción, importación, la variación de inventarios², tanto de energía primaria como de secundaria. Cuando se habla de la oferta interna a la oferta total se le restan las exportaciones, la energía no aprovechada y operaciones de maquila-intercambio neto. Dentro del rubro de la producción de energía, en nuestro país se dispone de las siguientes fuentes de energía primaria: carbón, petróleo crudo, condensados (es decir, líquidos que se recuperan de gasoductos), gas no asociado³, gas asociado, energía nuclear, hidroenergía, geoenergía, bagazo de caña y leña. Una parte de la energía primaria es utilizada directamente para el consumo final, mientras que otra parte es canalizada a los centros de transformación, que medida en joules debe ser restada a la energía secundaria para evitar la duplicidad contable en el balance nacional de oferta-demanda que publica la Secretaría de Energía.

² Es un concepto que contabiliza la diferencia entre la existencia inicial y la existencia final de productos almacenados. Un valor positivo indica una desacumulación en el almacenamiento, y un valor negativo implica una acumulación de energéticos.

³ El gas no asociado se refiere a la mezcla gaseosa de hidrocarburos formada principalmente de metano, que se extrae de forma independiente del petróleo crudo. Caso contrario es el gas asociado, que se extrae junto con el petróleo crudo.

Cuadro II.3
Consumo de energía en el sector industrial, 1992-2003 (petajoules).

Año	Total	Carbón	Leña	Bagazo de caña	Coque de carbón	coque de petróleo ¹	Gas licuado	Gasolinas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Total de gas natural	Electricidad
1993	1,019.562	-	-	86.012	63.810	-	17.922	-	1.038	67.750	220.406	367.461	195.163
1994	1,032.503	-	-	72.148	70.767	-	18.602	-	1.071	63.088	229.852	364.176	212.799
1995	1,050.341	-	-	84.032	80.472	-	17.085	-	1.026	64.564	191.291	387.592	224.279
1996	1,165.853	-	-	83.247	85.786	-	17.658	-	1.218	69.290	227.027	429.200	252.427
1997	1,181.324	-	-	91.372	91.862	-	17.554	-	1.205	75.575	228.071	398.549	277.136
1998	1,249.188	-	-	94.122	92.382	-	18.449	-	0.124	81.943	230.187	440.064	291.917
1999	1,158.387	-	-	86.582	93.262	-	38.251	-	0.519	54.390	202.504	372.482	310.397
2000	1,206.482	-	-	82.590	77.293	27.971	41.722	-	1.540	54.803	185.795	398.393	336.375
2001	1,111.156	2.373	-	87.249	74.005	32.569	38.424	-	2.162	41.931	184.828	312.840	334.775
2002	1,161.970	4.536	-	84.293	67.261	54.063	39.397	-	1.695	40.393	155.293	369.374	345.665
2003	1,143.073	7.536	-	86.879	63.772	67.528	36.781	-	0.064	41.901	119.548	383.849	335.215

1 A partir del año 2000, la información del Balance Nacional de Energía hace distinción entre la producción de coque de carbón y coque de petróleo.
Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

Cuadro II.4
Consumo de energía en el sector industrial, 1992-2003 (participación porcentual).

Año	Total	Carbón	Leña	Bagazo de caña	Coque de carbón	coque de petróleo ¹	Gas licuado	Gasolinas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Total de gas natural	Electricidad
1993	100.0	-	-	8.4	6.3	-	1.8	-	0.1	6.6	21.6	36.0	19.1
1994	100.0	-	-	7.0	6.9	-	1.8	-	0.1	6.1	22.3	35.3	20.6
1995	100.0	-	-	8.0	7.7	-	1.6	-	0.1	6.1	18.2	36.9	21.4
1996	100.0	-	-	7.1	7.4	-	1.5	-	0.1	5.9	19.5	36.8	21.7
1997	100.0	-	-	7.7	7.8	-	1.5	-	0.1	6.4	19.3	33.7	23.5
1998	100.0	-	-	7.5	7.4	-	1.5	-	0.0	6.6	18.4	35.2	23.4
1999	100.0	-	-	7.5	8.1	-	3.3	-	0.0	4.7	17.5	32.2	26.8
2000	100.0	-	-	6.8	6.4	2.3	3.5	-	0.1	4.5	15.4	33.0	27.9
2001	100.0	0.2	-	7.9	6.7	2.9	3.5	-	0.2	3.8	16.6	28.2	30.1
2002	100.0	0.4	-	7.3	5.8	4.7	3.4	-	0.1	3.5	13.4	31.8	29.7
2003	100.0	0.7	-	7.6	5.6	5.9	3.2	-	0.0	3.7	10.5	33.6	29.3

1 A partir del año 2000, la información del Balance Nacional de Energía hace distinción entre la producción de coque de carbón y coque de petróleo.
Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

La oferta nacional de energía secundaria está compuesta de carbón, coque de petróleo, gas licuado de petróleo, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo, gas natural, electricidad, y productos no energéticos⁴. Para los fines de la investigación solo interesa considerar la oferta secundaria de energía, puesto que es dentro de donde se ubican los productos que vamos a considerar en nuestro estudio.

La producción nacional bruta de energía secundaria durante el lapso de 1993-2003 presentó una tasa media de crecimiento anual de 0.9%, y para el último año representó un nivel 5,222.5 PJ. El energético que mayor crecimiento en la producción presentó durante el periodo de estudio fue el coque de petróleo, seguido de la electricidad (ver cuadro II.5).

La fuente de energía secundaria que mayor nivel de producción mostró en el 2003 lo representa el gas natural que con 1,172.2 PJ significó 22.4% del total producido. El combustóleo ocupó el segundo lugar participando con 20.3% (1,061.6 PJ). El tercer y cuarto sitios lo ocupan las gasolinas y naftas con 18.1% y la electricidad 14.0% de participación.

II.3 Mercado de petrolíferos

Al hablar de petrolíferos se hace referencia a aquellos combustibles derivados de petróleo crudo que se obtienen a través de la refinación. Básicamente los combustibles que se obtienen a través de la refinación son:

- Gas licuado de petróleo, compuesto principalmente de propano y butano, es utilizado principalmente para el sector residencial, comercial y para el transporte.
- Las gasolinas incluyen el combustible para aviones, automóviles principalmente. Las gasolinas para uso energético no son consumidas dentro del sector industrial.
- Los querosenos (kerosene, kerosine) están conformados por la turbosina que es un energético que ocupa el transporte aéreo en motores de turbina y, el querosén común combustible utilizado para cocción de alimentos y alumbrado.
- El diesel (gasoil), también llamado gasóleo se emplea por el sector automotriz e industrial.
- Combustóleo (residual fuel oil), o fuelóleos, es un combustible principalmente utilizado para generación de energía eléctrica.
- El coque de petróleo (petroleum coke) que es un residuo sólido, del cual se hablará más adelante.

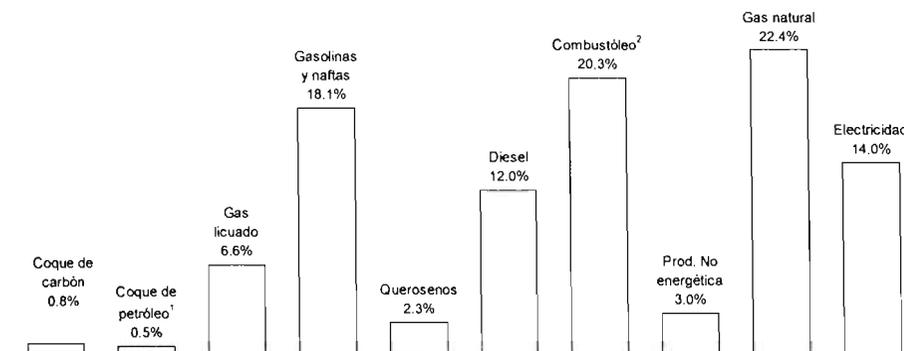
⁴ Los productos no energéticos son productos que se contabilizan dentro de la energía secundaria pero que se utilizan como materia prima, los cuales pueden ser: los asfaltos, lubricantes, grasas parafinas, etano, propano-butileno, azufre, y materia prima para negro de humo.

Cuadro II.5
Producción nacional bruta de energía secundaria, 1991-2003 (petajoules).

Año	Total	Coque de carbón	Coque de petróleo ¹	Gas licuado	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diesel	Combustóleo ²	Prod. no energética	Gas natural	Electricidad
1993	4,790.519	53.052	-	397.810	935.893	169.480	609.908	976.498	203.520	988.720	455.638
1994	4,948.203	55.046	-	407.502	967.448	174.643	612.073	979.927	261.070	995.415	495.079
1995	4,681.154	59.484	-	391.285	960.071	156.078	548.404	976.568	138.172	938.654	512.438
1996	4,809.756	59.917	-	377.697	954.214	139.458	574.910	978.304	122.551	1,055.905	546.800
1997	4,863.647	57.994	-	313.694	906.632	122.944	585.199	995.180	194.056	1,106.958	580.990
1998	5,045.646	60.511	-	327.763	959.828	122.461	618.177	1,040.074	187.489	1,113.804	615.539
1999	4,980.721	60.779	-	319.428	916.421	121.908	577.365	1,115.166	192.146	1,026.207	651.301
2000	4,919.785	59.275	2.547	312.333	896.141	117.087	561.672	1,025.645	189.950	1,061.195	693.940
2001	4,918.855	54.779	0.478	318.038	882.306	118.920	571.622	1,018.012	170.780	1,073.907	710.013
2002	5,048.894	38.485	1.199	325.108	888.552	119.613	541.740	1,134.719	166.840	1,108.130	724.508
2003	5,222.507	40.064	26.027	342.104	942.712	119.907	626.633	1,061.595	157.806	1,172.213	733.446

Fuente: Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

Gráfica II.3
Producción nacional bruta de energía secundaria, 2003 (participación porcentual).

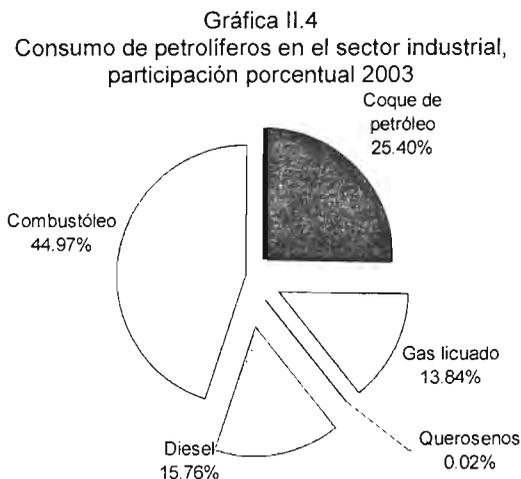


1 A partir del 2000 se distingue la producción de coque de carbón y coque de petróleo

2 A partir de 1999 incluye combustóleo, residuo de vacío, virgin stock, residuo de absorción y residuo largo.

Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

En la gráfica II.4 se puede observar la importancia de los diferentes petrolíferos dentro del consumo energético del sector industrial durante el año 2003, los tres petrolíferos que mayor demanda tienen son combustóleo, coque de petróleo y diesel. Históricamente el gas licuado de petróleo ha ocupado el tercer sitio de importancia dentro de los requerimientos energéticos de la industria, salvo los años 2002 y 2003 en el que el coque de petróleo ha venido presentando un crecimiento espectacular en su demanda.



Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

La demanda de petrolíferos en sector industrial representó un consumo de 307.1 PJ en 1993, y para el 2003 el nivel obtenido se situó en 265.8 PJ, lo anterior significa que en promedio la demanda de energía del sector industrial a disminuido 1.4% cada año.

El consumo de energía que efectúan las ramas industriales de nuestro país se estima a través de la una encuesta anual que elabora la Secretaría de Energía (Sener) y que se aplica a las 16 ramas industriales consideradas tradicionalmente como las más intensivas en el uso de energía. El resultado obtenido se publica en el Balance Nacional de Energía, en donde se analizan únicamente las industrias más representativas en el consumo de energéticos, motivo por el cual, la división utilizada no coincide con la agregación del INEGI para el Sistema de Cuentas Nacionales. Ramas que son importantes consumidoras de energía, como la industria textil y confecciones, metal mecánica y de alimentos, que por ahora están incluidas en la clasificación de "otras ramas industriales". Considerando lo anterior, es como se presenta posteriormente el consumo por rama del combustóleo, coque de petróleo y el diesel.

Por otro lado, la oferta nacional de petrolíferos consta de un solo oferente que es Petróleos Mexicanos que es una empresa estatal que opera por conducto de un corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

- PEMEX Exploración y Producción (PEP) encargada de la exploración y explotación del petróleo y gas natural.
- PEMEX Petroquímica (PPQ) elabora, distribuye y comercializa productos petroquímicos secundarios.
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) procesa el gas natural y los líquidos del gas natural, también distribuye y comercializa gas natural y gas LP. Además produce y comercializa productos petroquímicos básicos.
- PEMEX Refinación (PR) cuyas funciones básicas son los procesos industriales de refinación, elaboración de productos petrolíferos y derivados del petróleo, su distribución, almacenamiento y venta de primera mano.

Al ser PEMEX Refinación es el organismo responsable de la producción distribución y comercialización de petrolíferos en todo el territorio mexicano a través del Sistema Nacional de Refinación, el cual se integra por una infraestructura de 6 refinerías, una red de 4,113 Km. de oleoductos, la red de enlace de las refinerías con las terminales de almacenamiento y distribución (poliductos) de 8,768 Km., 23 buques como flota mayor (19 propios y 4 rentados), 94 embarcaciones menores, 2,603 autotanques, 530 carrotanques propios, 78 terminales de almacenamiento y distribución, y 5,151 estaciones (56 propiedad de PEMEX).⁵

El petróleo crudo después de extraído debe ser refinado para poder ser más ampliamente aprovechado y pueda adaptarse mejor para sus diferentes usos. Puesto que el crudo contiene diferentes moléculas de hidrocarburos, es necesario entonces separar los componentes apropiados para diferentes usos. Dentro de una refinería se desarrollan con frecuencia algunos de los siguientes procesos de producción⁶:

- Destilación atmosférica. Consiste en calentar el crudo, y con las diferentes temperaturas de ebullición los componentes del crudo empiezan a separarse, y en la torre de destilación existen diferentes platos con perforaciones en donde van quedando gases como el butano, gasolina, nafta que posteriormente se envían a reformado catalítico, querosenos que van hidrot ratamiento, diesel, gasóleo pesado para desintegración catalítica, y residuo atmosférico que se canaliza a destilación al vacío.
- Destilación al vacío. El residuo atmosférico es sometido a un fraccionamiento por temperatura pero a baja presión para evitar la ruptura incontrolada de moléculas. Se obtiene así gasóleo de vacío y residuo de vacío.

⁵ Información obtenida de <http://www.enrgia.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=104>, perteneciente al sitio de la Secretaría de Energía.

⁶ Parra Iglesias, Enrique, Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios, Akal ediciones, Madrid, 2003, pp. 191-197.

- Desintegración catalítica. El gasóleo pesado y el gasóleo de vacío utiliza un catalizador (sin emplear hidrógeno) para romper moléculas y así obtener destilados ligeros como la gasolina.
- Hidrodesulfuración. Se utiliza el hidrogeno para que reaccione con el azufre con el objeto de eliminarlo en los productos fabricados.
- Reformación catalítica. Se pone en marcha con el propósito de reformar moléculas con el fin de mejorar el número de octano de la nafta pesada, y así poder obtener más gasolina. Adicionalmente durante proceso también se obtienen compuestos aromáticos útiles para la industria petroquímica.
- Reducción de viscosidad. Tiene la finalidad reducir la viscosidad de la carga pesada que representa el residuo de vacío y se obtiene el combustóleo.

En la figura II.1 se puede apreciar como funciona la refinación en conjunto y el en el cuadro 2.6 es posible observar la capacidad nominal que tienen la industria de la refinación en México para cada uno de los procesos anteriormente descritos. Durante el 2003 el crudo que se proceso fue una cantidad de 1285.9 MBD⁷.

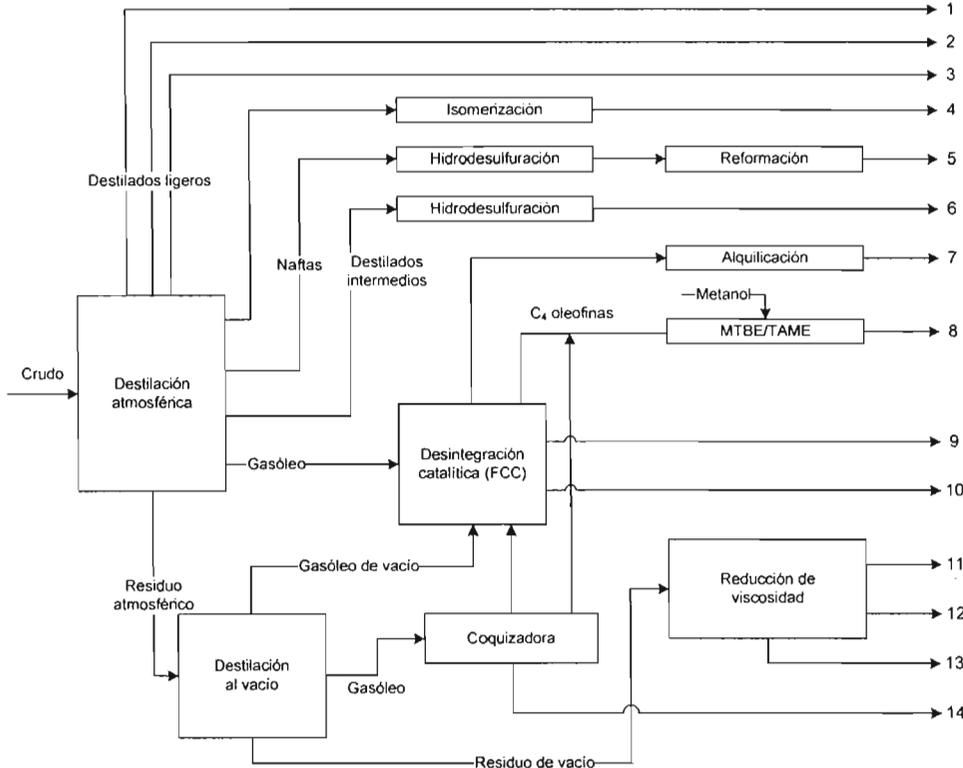
Cuadro II.6
Capacidad nominal por tipo de proceso, 2003
(miles de barriles diarios)

Proceso	MBD
Reducción de Viscosidad	141.0
Reformación Catalítica	286.3
Desintegración catalítica	375.0
Destilación al vacío	845.0
Hidrodesulfuración	1005.5
Destilación atmosférica	1540.0

Fuente: Elaborado con información obtenida de Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

⁷ Según la cifra reportada en Prospectiva de petrolíferos 2004-2013, de la Dirección General de Planeación Energética, Secretaría de Energía, México 2004.

Figura II.1
Procesos de refinación



Corriente de proceso	Uso
1 Gas	
2 Gas licuado	Combustible a la red de gas licuado
3 C ₄ (butanos)	
4 Isómeros	Componente para la formulación de gasolinas
5 Reformado	Componente de bajo octanaje para la formulación de gasolinas
6 Querosenos	Combustibles
7 Alquilado	Componente de alto octanaje para la formulación de gasolinas
8 MTBE	Agente oxigenante para la formulación de gasolinas
9 Gasolina	Combustible
10 Destilados	Componente de mezcla para diesel
11 Gasolina	Componente de mezcla de bajo octanaje
12 Combustóleo	Combustible industrial
13 Residuo	Asfalto
14 Coque	Industria metalúrgica

Fuente: Dirección Corporativa de Planeación Estratégica, Subdirección de Relaciones Sectoriales. PEMEX, *Instalaciones Petroleras 2002*. P.26.

II.3.1 Combustóleo

Demanda nacional de combustóleo

El combustóleo es un energético que se utiliza principalmente en plantas de generación eléctrica y motores para navegación. En el sector industrial es usado en calderas, y se consume para la generación de calor o potencia mecánica de procesos industriales y en general está destinado a ser quemado para producir calor, por lo que el poder calorífico es su característica más apreciada.

Durante el periodo 1993-2003 la demanda nacional de combustóleo ha venido decreciendo en promedio a una tasa -1.0% anual (ver cuadro II.7). En el 2003 el sector que más combustóleo ha consumido fue el eléctrico con el 73.3% (291.1 MBD), en segundo orden de importancia lo ocupa el sector industrial con el 15.6% (61.9 MBD). En el lapso de tiempo mencionado la tasa media de crecimiento para la industria ha sido -5.7%, lo cual se explica principalmente debido a la paulatina modernización de la industria, que de acuerdo con las exigencia ecológicas, debe restringir el consumo de combustóleo en aquellas que la norma ecológica NOM-085-ECOL-1994 califica como zonas críticas⁸, esto debido a sus emisiones contaminantes como el bióxido de azufre.

Cuadro II.7
Demanda interna de combustóleo por sector, 1993-2003
(miles de barriles diarios)

Sector	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	438.9	509.2	449.7	470.3	508.8	541.8	518.0	534.1	512.6	444.7	397.0
Sector eléctrico	275.6	335.1	282.9	310.7	356.0	392.5	381.5	408.3	392.4	342.1	291.1
Generación pública	275.6	335.1	282.9	299.9	341.8	377.6	365.1	389.5	377.6	331.2	280.6
Autogeneración	n.d.	n.d.	n.d.	10.8	14.2	14.9	16.5	18.7	14.8	10.9	10.6
Sector industrial	111.0	121.8	111.0	103.6	101.4	100.2	90.1	83.6	80.5	62.2	61.9
Sector petrolero	51.3	50.7	54.1	53.8	49.4	46.2	42.9	39.4	37.6	38.6	42.4
Sector transporte	1.0	1.6	1.7	2.3	2.0	2.9	3.4	2.9	2.1	1.8	1.6

n.d. = no disponible.

n.a. = no aplica.

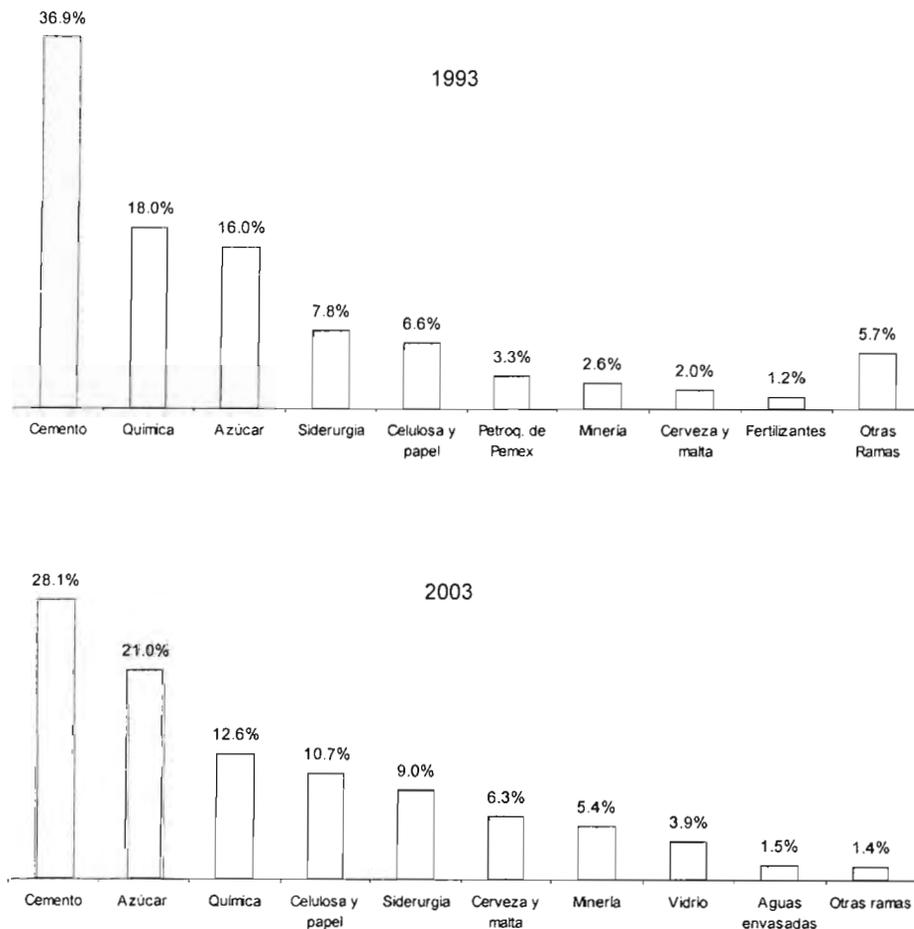
Fuente: Elaborado con información obtenida de Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

El consumo de combustóleo, según lo publicado en el Balance Nacional de Energía nos mostraba que en 1993 la industria del cemento ocupa el primer lugar en la demanda del petrolífero con el 36.9%, en segundo sitio se encontraba la industria química con el 18%, y en tercero la industria azucarera con el 16%. Para el año 2003 se estima que el cemento consumió el 28.1% del combustible, el segundo sitio lo ocupó el azúcar con 21% y en tercer orden de importancia situó la química con el 12.6% (ver gráfica II.5). En general, la

⁸ Se consideran Zonas Críticas (ZC): las zonas metropolitanas de Monterrey y Guadalajara; los centros de población de: Coatzacoalcos-Minatitlán, en el Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca, en el Estado de Guanajuato; Tula-Vito-Apasco en los estados de Hidalgo y de México; corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira, en el Estado de Tamaulipas; el Municipio de Tijuana, en el Estado de Baja California y el Municipio de Cd. Juárez, en el Estado de Chihuahua.

demanda conserva una estructura parecida aunque es importante señalar que la industria del cemento ha venido sustituyendo el combustóleo por el coque de petróleo, y la química lo ha ido cambiando por gas natural.

Gráfica II.5
Consumo de combustóleo en el sector industrial por rama,
participación porcentual.



Fuente: porcentajes obtenidos a partir de los valores energéticos publicados en el Balance Nacional de Energía 2003 de Sener.

Oferta nacional de combustóleo

El combustóleo es un petrolífero que se obtiene del residual de la refinación del petróleo que comprende todos los productos pesados. Actualmente en el país se producen principalmente combustóleo pesado e intermedio 15, los cuales en el 2003 representaron 99.9% y 0.1% de la producción nacional respectivamente⁹.

Durante el espacio de tiempo considerado en este capítulo, la producción nacional de combustóleo ha venido experimentando una disminución promedio de 0.7% cada año, esto se explica debido a que las refinerías han buscado modernizar sus instalaciones con el objetivo de reducir la producción del energético para aumentar la de gasolina y diesel que son productos de mayor valor agregado para PEMEX.

Cuadro II.8
Oferta nacional de combustóleo por refinería, 1993-2003
(miles de barriles diarios)

Concepto	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	425.3	425.0	421.1	422.9	430.8	451.5	431.7	425.0	435.9	449.6	396.5
Cadereyta	67.5	64.6	64.2	55.2	61.5	60.4	38.5	50.3	65.7	56.5	44.2
Madero ¹	51.0	44.7	45.3	49.8	51.0	46.5	41.3	40.1	33.0	39.6	29.2
Tula ²	88.3	103.3	93.3	103.8	100.7	106.0	103.0	94.0	92.1	90.8	79.3
Salamanca	45.4	39.3	45.9	42.6	54.2	53.7	49.2	54.1	54.6	48.2	49.2
Minatitlán ³	65.7	68.1	62.6	61.8	65.1	68.6	75.5	69.6	75.1	79.7	84.5
Salina Cruz	107.4	105.1	109.7	109.7	98.4	116.3	124.3	116.9	115.4	134.8	110.2

1 Incluye la producción de ligero 150 realizada durante 1996.

2 De 1993 a 1997 incluye la producción de gasóleo industrial y de 1998 a 2001, la producción de combustible industrial.

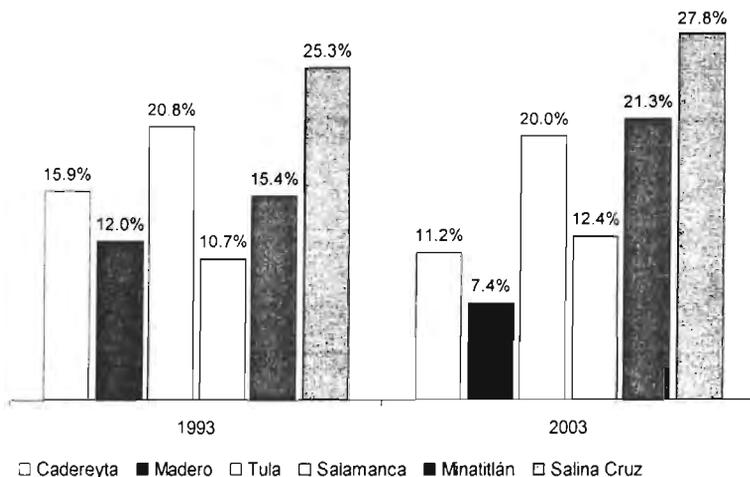
3 Incluye transferencias del despuntado de La Cangrejera a combustóleo.

Fuente: Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

Durante el tiempo estudiado, la refinería de Salina Cruz es la que ha venido presentando el mayor volumen del petrolífero pues en 1993 producía el 25%, y para el 2003 proveyó el 28% del total nacional. Por su parte la refinería de Madero es la que para 2003 menor cantidad produce con 7%, además de presentar una disminución promedio de 5.4% por año (ver gráfica II.6).

⁹ Según información de Prospectiva de petrolíferos 2004-2013, de la Dirección General de Planeación Energética, Secretaría de Energía, México 2004.

Gráfica II.6
Producción nacional de combustóleo, participación por refinería.



Fuente: Elaborado con información de la *Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013*, Sener.

Comercio exterior de combustóleo

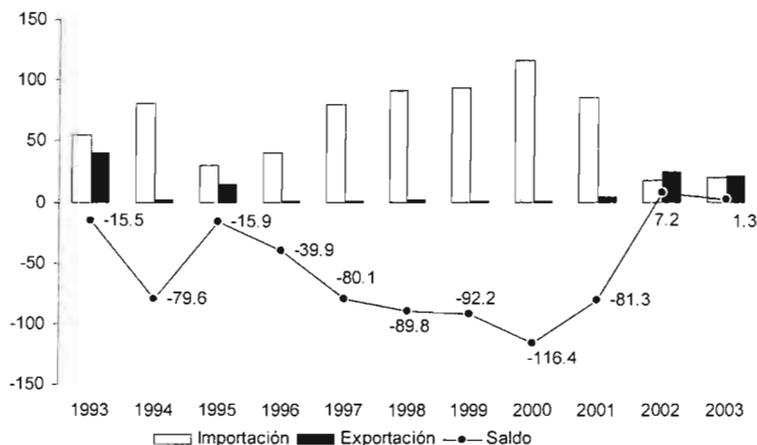
Cuadro II.9
Importaciones y exportaciones de
combustóleo (MBD).

Año	Importación	Exportación	Saldo
1993	55.3	39.82	-15.5
1994	81.3	1.67	-79.6
1995	30.4	14.45	-15.9
1996	40.0	0.06	-39.9
1997	80.1	0.04	-80.1
1998	91.1	1.34	-89.8
1999	93.1	0.89	-92.2
2000	116.5	0.05	-116.4
2001	85.2	3.87	-81.3
2002	17.6	24.9	7.2
2003	20.2	21.4	1.3

Fuente: Elaborado con información de la *Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013*, Sener.

Durante el periodo considerado el comercio exterior de combustóleo presenta un déficit hasta el 2001, y el máximo se presenta en 2000 con 116.4 MBD. Pero en los dos últimos años considerados se tiene un superávit de 7.2 y 1.3 MBD para 2002 y 2003, debido a la disminución de la demanda que ha venido presentado el combustible en cuestión, por lo que ha sido necesario disminuir el volumen de las importaciones.

Gráfica II.7
Comercio exterior de combustóleo, 1993-2003
(MBD)



Fuente: Elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

II.3.2 Coque de petróleo

Demanda nacional de coque de petróleo

El coque de petróleo es un combustible sólido y poroso, de color que va del gris al negro, que se obtiene como residuo en la refinación del petróleo. Fundamentalmente el combustible muestra la composición siguiente: del 5 a 10% de materia volátil y combustible, del 90 al 95% carbono fijo, más un vestigio del 0.3% de ceniza, y del 0.5 al 1% de azufre.

La calcinación del coque tiene una enorme importancia en la fabricación de cemento y, la modernización de los hornos empleados para la producción de clínker¹⁰, ha permitido a la industria cementera el uso del coque de petróleo, que junto con desechos y otros residuos sólidos, han sustituido al combustóleo y al gas natural en este apartado de la industria. También, se emplea como agente reductor en la fundición de hierro y como combustible. En la generación eléctrica puede ser utilizado con la tecnología de lecho fluidizado que consiste en inyectar aire hacia arriba y a través de un lecho de finas partículas, con lo que se tiene un suministro continuo de combustible.

¹⁰ Se define *clínker* como el producto artificial obtenido por la sinterización de las materias primas y la calcinación que alcanzan composición química necesaria para elaboración de cemento.

De 1993 al 2003 la tasa media de crecimiento del consumo del coque de petróleo fue de 27.5% anual, paso de una demanda de 193.5 miles de toneladas anuales (mta) a 2,201.4 mta. El principal consumidor del coque ha sido el sector industrial, con una demanda de 1,950.9 mta representó 88.6%, y 11.4% restante se destino a la autogeneración de energía eléctrica (ver cuadro II.10).

Cuadro II.10
Consumo de coque de petróleo por actividad industrial, 1993-2003
(miles de toneladas anuales)

Actividad económica	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	193.5	298.4	347.6	368.3	528.8	656.5	853.1	1,101.5	1,327.1	1,904.2	2,201.4
Autogeneración de electricidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250.5
Sector industrial	193.5	298.4	347.6	368.3	528.8	656.5	853.1	1,101.5	1,327.1	1,904.2	1,950.9
Cemento hidráulico	3.3	67.9	68.3	134.0	253.5	368.4	507.5	669.5	1,091.2	1,589.7	1,567.7
Industria de metales básicos	2.7	3.8	11.6	13.8	121.1	137.7	157.6	223.2	85.2	127.2	183.0
Química, hule y plásticos	28.0	40.2	40.3	48.8	60.7	64.3	78.5	81.2	71.2	95.6	105.3
Maquinaria eléctrica	51.0	39.4	44.9	41.8	55.1	41.2	36.6	42.7	38.1	55.4	63.5
Resto de la industria	108.4	147.1	182.5	129.9	38.4	44.9	72.9	84.9	41.3	36.4	31.5

Fuente: Prospectiva de Petroliferos 2004-2013, Sener.

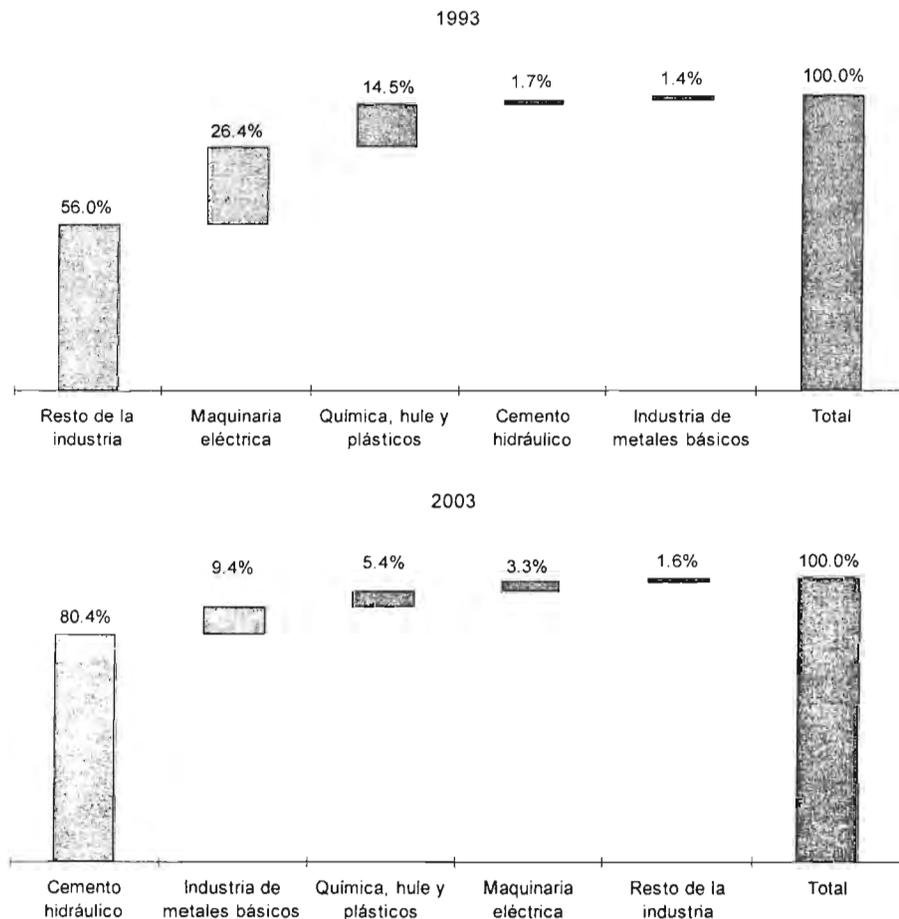
En 1993 el coque era consumido principalmente por la industria de maquinaria y aparatos eléctricos con 26.4% (51.0 mta), pero para el 2003 es la industria del cemento la que se convierte en la principal consumidora de coque con 80.4% (1,567.7 mta). El incremento del consumo de la industria cementera significa crecimiento en promedio de 85.2% cada año. El resto de las actividades industriales apenas consumieron 383.2 mta (el 19.6%).

Oferta nacional de coque de petróleo

El coque de petróleo se obtiene a través por craqueo y carbonización de derivados del petróleo como materia de prima. Se produce en las unidades de coquización de las refineries donde los residuos de la destilación de vacío de petróleos crudos se fraccionan y se separan térmicamente. La coquización se puede obtener por:

- a) La coquización fluida que es un proceso totalmente continuo, donde el coque puede ser separado de otros elementos como sólido fluidizado.
- b) La coquización retardada utiliza compartimientos de coquización múltiples para permitir el proceso de alimentación continuo.

Gráfica II.8
Demanda de coque de petróleo por rama industrial, 1993 y 2003.



Fuente: Elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

El coque producido en las refinerías es conocido como coque sin calcinar o coque verde, ya que contiene aún residuos de elementos volátiles. La producción durante el periodo 1993 a 2003 creció un promedio 27.0% anual, aunque el crecimiento repuntó principalmente en el último año 20.7 veces con respecto a 2002, debido a que desde septiembre de 2002 inició operaciones la nueva unidad de coquización retardada en Ciudad Madero, mientras que la de Cadereyta comenzó a operar en 2003.

Cuadro II.11
Producción de coque de petróleo en la refinería Madero, 1993-2002
(miles de toneladas anuales)

Concepto	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	77.8	85.3	96.4	82.1	65.4	95.2	79.5	110.2	14.9	39.1	848.5
Cadereyta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.8
Madero	77.8	85.3	96.4	82.1	65.4	95.2	79.5	110.2	14.9	39.1	450.6

Fuente: Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

Comercio exterior de coque de petróleo

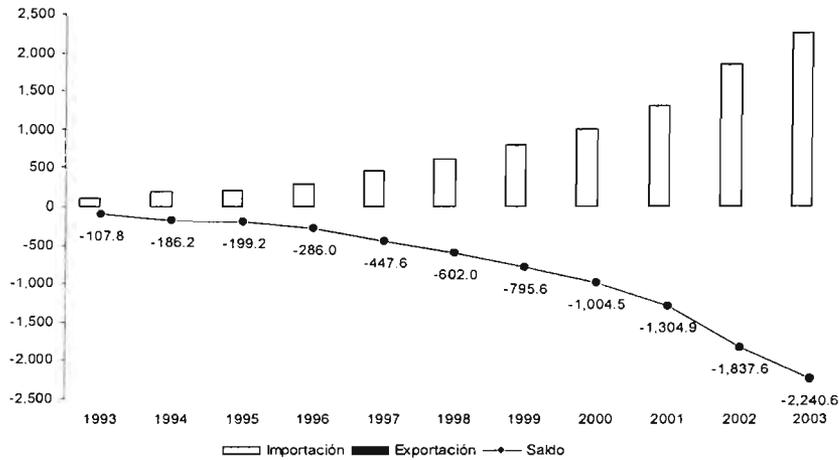
Las importaciones de coque, que principalmente provienen de los Estados Unidos de América, crecieron a un ritmo de 35.4% en promedio cada año durante el lapso de 1993 a 2003 debido a la insuficiente oferta nacional y la creciente demanda del petrolífero. En 2003 las importaciones representaron 72.5% de la oferta total registrada. En la gráfica 2.9 se puede ver continuo aumento del déficit comercial del coque.

Cuadro II.12
Importaciones y exportaciones de coque
de petróleo
(miles de toneladas anuales)

Año	Importación	Exportación
1993	107.8	-
1994	186.2	-
1995	199.2	-
1996	286.0	-
1997	447.6	-
1998	602.0	-
1999	795.6	-
2000	1,004.5	-
2001	1,304.9	-
2002	1,837.7	0.1
2003	2,240.9	0.3

Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

Gráfica II.9
Comercio exterior de coque de petróleo
(miles de toneladas anuales).



Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

II.3.3 Diesel industrial

Demanda nacional de diesel

El uso más frecuente del diesel en la industria es en maquinaria y vehículos con motores de combustión interna tipo diesel. También es ampliamente utilizado en calderas industriales de baja y alta capacidad.

De 1993 a 2003 la demanda nacional de diesel creció 2.4% en promedio cada año. Durante ese periodo el sector que más consumió el energético fue el del transporte, que para el último año del periodo demandó el 83% (254.8 MBD) del total nacional. En un segundo lugar se encuentra el consumo del sector industrial que en el 2003 consumió 21.9 MBD que equivalen a el 7.1%. De 1994 a 2003 el consumo del combustible por el sector industrial creció 1.8% cada año en promedio.

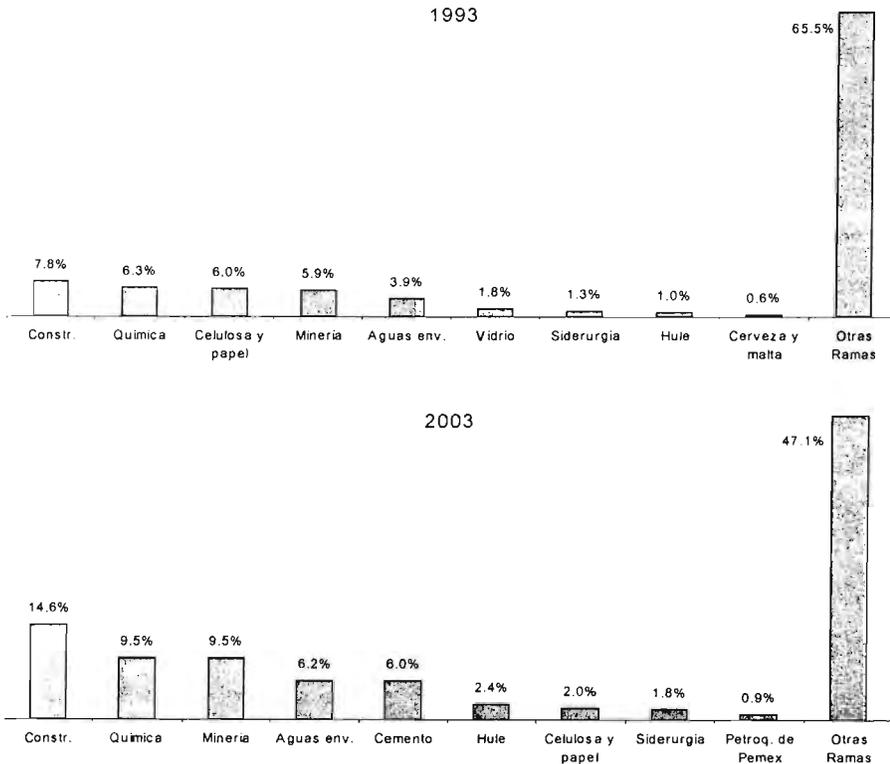
Cuadro II.13
Demanda interna de diesel por sector, 1993-2003
 (miles de barriles diarios)

Sector	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	241.1	256.9	239.5	256.1	275.2	288.5	286.2	295.9	288.3	282.4	307.1
Transporte	229.0	223.1	209.2	218.9	232.3	243.3	244.9	249.6	244.6	241.6	254.8
Eléctrico	5.2	5.9	4.6	4.5	6.3	9.0	8.4	11.7	8.9	7.7	18.0
Petrolero	6.9	9.2	11.4	12.2	12.7	12.3	11.5	11.2	12.5	11.7	12.4
Industrial ¹	n.d.	18.7	14.3	20.4	23.9	23.8	21.4	23.4	22.3	21.4	21.9

1 Cifra no disponible para 1993.

Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

Gráfica II.10
Consumo de diesel del sector industrial por rama,
participación porcentual.



Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener

La rama industrial más demandante de diesel durante los últimos años ha sido la de la construcción que en el 2003 consumió el 14.6% de total industrial. En segundo sitio para el mismo año se encuentra la industria química y la minería con 9.5% cada una, el tercer sitio es ocupado por la rama de aguas envasadas con el 6.2% del consumo (ver gráfica II.10).

Oferta nacional de diesel

En nuestro país se producen los siguientes tipos de diesel:

- Diesel Desulfurado, que es producto de la destilación atmosférica principalmente con contenido máximo de 0.5 por ciento de azufre.
- PEMEX Diesel, que contiene una cantidad similar de azufre pero que además tiene un contenido de aromáticos del 30 por ciento y con un índice de cetano desde 52 hasta 55.¹¹
- Diesel marino. Está diseñado para utilizarse especialmente como combustible en motores diesel de embarcaciones marinas. También puede usarse para generar energía mecánica y eléctrica, y en quemadores de hornos, secadores y calderas.
- Carga a HDS, que sirve como materia prima a las plantas hidrodesulfuradoras de destilados intermedios.

El ritmo de crecimiento de la producción de diesel presentó un tasa media de crecimiento de 1.4%, de donde sobresale el repunte en 2003 (ver cuadro II.14) explicado por la construcción de las plantas coquizadoras en Cd. Madero y Cadereyta, en septiembre de 2002 y en julio de 2003 respectivamente, ya que las coquizadoras en las refinerías permiten convertir combustóleo pesado de alto azufre en gasolina y diesel.

**Cuadro II.14 Producción de Diesel por Refinería
(miles de barriles diarios).**

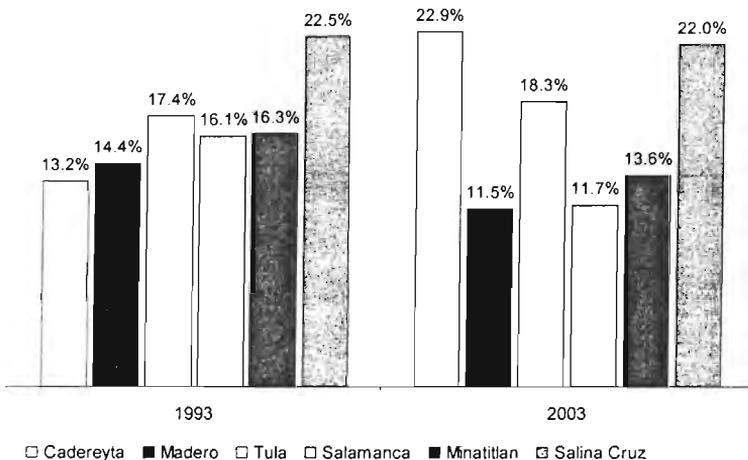
Concepto	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total	266.7	284.4	254.8	269.6	275.4	290.0	271.9	265.4	281.6	266.9	307.8
Cadereyta	35.3	41.6	39.2	38.4	44.9	47.4	27.9	30.8	59.0	59.7	70.5
Madero	38.4	38.7	33.8	29.4	30.1	30.1	37.6	35.5	26.0	18.7	35.3
Tula	46.5	52.9	52.9	63.5	61.0	62.1	62.5	60.4	58.8	51.3	56.5
Salamanca	42.9	46.2	35.2	39.2	42.6	41.6	39.5	40.7	37.6	41.1	36.0
Minatitlán	43.5	44.1	36.9	37.3	36.7	36.4	38.8	38.1	36.9	37.3	41.9
Salina Cruz	60.1	60.9	56.7	61.8	60.0	72.3	65.5	59.9	63.4	58.7	67.7

Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener

¹¹ El índice de cetano es la medida de la calidad de ignición y capacidad antidetonante del Diesel y es indicativo del grado de eficiencia de la combustión de este energético en el motor, de forma tal que se produzca la máxima cantidad de energía aprovechable.

En la gráfica II.11 se puede apreciar la participación de cada una de las refinерías en la producción nacional. En 1993 la refinерía de salina cruz ocupaba el lugar mas importante en la en la producción de diesel, mientras que para 2003 se encuentra en segundo lugar desplazada por la refinерía de Cadereyta.

Gráfica II.11
Producción nacional de diesel,
participación por refinерía.



Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener.

Comercio exterior diesel

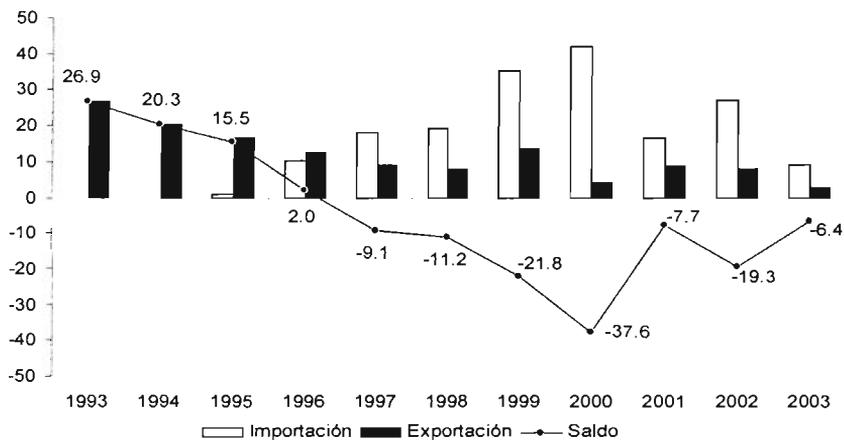
Hasta 1996 se registró en nuestro país un saldo positivo de comercio exterior de diesel. De 1997 al 2003 se ha presentado un déficit con el exterior en el petrolífero, presentando su nivel más grande en el 2000 con 42.0 MBD. Anterior como resultado de un crecimiento promedio de 30.9% por año de las importaciones durante el periodo 1995-2003, aunque en el último año mencionado el volumen de exportaciones disminuyeron debido al aumento de la oferta nacional del energético (ver gráfica II.12)

Cuadro II.15
Importaciones y exportaciones de
diesel, (miles de barriles diarios).

Año	Importación	Exportación
1993	-	26.9
1994	-	20.3
1995	1.1	16.6
1996	10.4	12.4
1997	18.3	9.2
1998	19.4	8.2
1999	35.4	13.6
2000	42.0	4.4
2001	16.6	8.9
2002	27.3	8.0
2003	9.3	2.9

Fuente: elaborado con información de la
 Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener

Gráfica II.12
Comercio exterior de diesel,
(miles de barriles diarios).



Fuente: elaborado con información de la Prospectiva de Petrolíferos 2004-2013, Sener



CAPÍTULO III:

LOS PRECIOS DE LOS PETROLÍFEROS



En esta parte se presenta la estructura y composición de los precios del combustóleo, coque de petróleo y diesel industrial en México, los cuales se determinan a través de un mecanismo basado en costos de oportunidad. También se analiza la evolución histórica del comportamiento de dichos precios, tanto en nuestro país como en mercados de referencia, señalándose sucesos importantes que han afectado su evolución durante el periodo de enero de 1994 a diciembre de 2004.

III. Los precios de los petrolíferos

III.1 Estructura

Según la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en el artículo 27, *Corresponde a la Nación el dominio directo del [...] petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos.*

Con base en lo anterior, y conforme a lo que expresa la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en el artículo 31 fracción X, a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público corresponde el despacho de:

“Establecer y revisar los precios y tarifas de los bienes y servicios de la administración pública federal, o bien, las bases para fijarlos, escuchando a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y con la participación de las dependencias que corresponda;”

Tomando en cuenta lo primero, en abril de 1991 representantes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público formaron junto con representantes de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de la Contraloría General de la Federación, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, así como de Petróleos Mexicanos, el Comité de Precios de Productos Petrolíferos, Gas Natural y Productos Petroquímicos. Dicho órgano tiene como función primordial analizar y aprobar las propuestas de estructuras de precios de los productos petrolíferos y gas natural que comercializa Petróleos Mexicanos en el mercado nacional, adoptando mecanismos sencillos y transparentes que minimizan la discrecionalidad en la determinación de los precios¹. Actualmente el comité de precios está integrado por autoridades de Petróleos Mexicanos, Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Energía. Por ello en el caso de los petrolíferos considerados en el estudio, los mecanismos de precios son propuestos por PEMEX Refinación, para posteriormente ser aprobados por el Comité de Precios.

En la historia reciente del mecanismo de precios en PEMEX se han presentado tres etapas²:

- Precios fijados por el gobierno federal. Vigente hasta 1991, no existía una política de precios claramente definida, se presentaban distorsiones en los precios relativos entre los combustibles y se aplicaban subsidios.
- Precios basados en referencias internacionales. Se aplicó de 1991 a 1996 y se simulaba la competencia con base en precios de referencia internacionales, pero no

¹ <http://cronica.diputados.gob.mx/Iniciativas/55/173.html>.

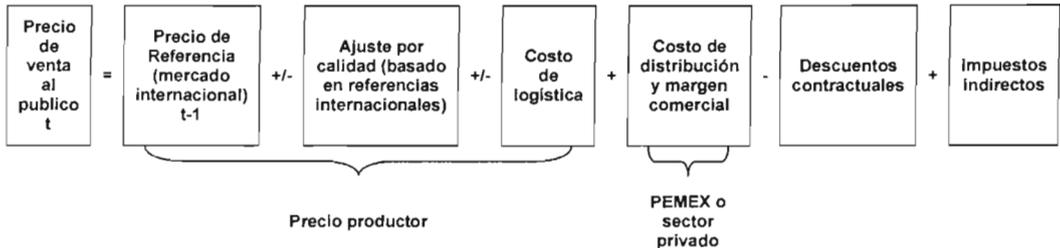
² De la conferencia *Principios para precios de Hidrocarburos*, del Tema: Política de precios y financiamiento en el sector de la energía dentro del IV Congreso de la Asociación Mexicana de Economía Energética, dictada por Yolanda Mendoza Medellín, gerente de precios de Dirección Corporativa de Finanzas de PEMEX. Material disponible en el sitio del programa universitario de energía <http://serpiente.dgsca.unam.mx/pue/>.

existía acceso abierto a los mercados internacionales. Se fueron suprimiendo los subsidios y se aplicaron políticas generalizadas y claras de descuentos.

- Precios basados en costos de oportunidad. A partir del 1996 se fueron abriendo los mercados de gas natural y de petroquímicos. A los precios internacionales se les aplican ajustes logísticos y la intervención gubernamental se hace vía régimen fiscal. Hay esquemas regulatorios para los precios de gas natural y gas licuado de petróleo.

En términos generales PEMEX tiene establecido el siguiente mecanismo general para las ventas internas:

Figura III.1
Mecanismo general de precios para ventas internas



Fuente: Dirección Corporativa de Finanzas de PEMEX.

Figura III.2
Mecanismos de precios de lista

Combustóleo:	Diesel:	Coque de petróleo:
Precio spot del combustóleo en Houston, o en Los Angeles	Precio spot del Fuel Oil low sulfur en Houston	Green Coke, Costa Norteamericana del Golfo de México
+/- Ajuste por calidad	+ Ajuste por calidad	- Ajuste por calidad
+/- Costo neto de logística	+ Costo neto de logística (variable)	- Logística de exportación
+ Costo de manejo	+ Costo de manejo	+ IVA
+ IVA	+ IEPS	= Precio del coque LAB Cadreyta
= Precio del combustóleo en refinería	+ Comisión a estación de servicio	
	+ Costo flete a TAD	
	+ Mermas	
	+ IVA	
	= Precio al lista	

Fuente: PEMEX.

III.1.1 Precio de referencia

Generalmente los precios que se establecen como referencia son aquellos que se forman en los principales mercados spot del mundo, los cuales frecuentemente se ubican en los Estados Unidos y en Europa, el cuadro III.1 muestra algunos de los mercados más importantes. Para el caso de nuestro país, generalmente se toman como referencia los precios de mercados estadounidenses. Los precios spot de mercados internacionales de referencia son recopilados especialmente por grandes empresas tales como Platt's, Petroleum Argus e ICIS LOR, y distribuyen la información a través de sistemas de información como Reuters y Bloomberg, o a través de Internet y boletines diarios vía e-mail.

Cuadro III.1
Mercados spot de productos petrolíferos

Estados Unidos	Atlantic Coast	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nueva York ○ Boston ○ Buckeye ○ Laurel
	Gulf Coast	
	US West Coast	<ul style="list-style-type: none"> ○ Los Angeles ○ San Francisco ○ Phoenix ○ Las Vegas ○ Seattle ○ Portland
	Midwest	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chicago
	Gas Liquids	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mt Belvieu ○ Conway
	Houston	
Europa	Mediterran	<ul style="list-style-type: none"> ○ Italia ○ Genova/Lavera
	Northwest Europe	<ul style="list-style-type: none"> ○ ARA (Ámsterdam, Róterdam, Amberes) ○ Róterdam ○ NWE

Fuente: Elaboración propia con información de Platt's *US Marketscan* disponible en <http://www.platts.com>.

En las transacciones que son registradas en la publicación de precios spot se detalla el producto exacto del que se trata, es decir, se especifican propiedades físico-químicas, y también se señala como será la entrega (FOB o CIF por ejemplo), y por que medio se entregará (barco-*cargoes*- o barcaza -*barges*-).

III.1.2 Ajuste por calidad

Los ajustes por calidad se refieren ajustes que han de hacerse a los precios de los petrolíferos nacionales con respecto a mercados de referencia por diferencias en:

- contenido de azufre
- números de octanaje
- presión de vapor
- viscosidad
- contenido de metales

La diferencia en los factores anteriores determina, según propiedades técnicas específicas, si un combustible nacional es de mejor o peor calidad con respecto a los combustibles de la cotización de referencia.

III.1.3 Costo de logística

Los costos de logística son aquellos que se relacionan con el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de la distribución del producto petrolífero en cuestión. Los ajustes por logística tienen que ver con consideraciones relacionadas con la comercialización, balance comercial del producto, y costos de suministros. El ajuste se obtiene por medio de elaborar y resolver modelos de transporte de programación lineal. Si el signo del ajuste es positivo implica desplazamiento de importaciones, si es negativo significa un balance con superávit con exportaciones netas.

III.1.4 Descuentos contractuales

Los descuentos contractuales, se han de determinar por el Comité de Precios, se son revisables un periodo de cada seis mese.

III.1.5 Impuestos indirectos

La venta de todos los petrolíferos en nuestro país conlleva la aplicación de Impuesto al Valor Agregado (IVA) asciende a una tasa del 10% en zonas fronterizas y de 15% en el resto del país. Por su parte a los combustibles automotrices se aplica el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS).

Finalmente, una vez que ha sido aplicado el mecanismo de precios en los petrolíferos considerados en este estudio, se llega a los precios al público que se encuentran conformados de la siguiente manera:

Combustóleo (pesado industrial):

Precio de ingreso a PEMEX
+ Comisión
+ Flete a instalaciones clientes
+ Flete a instalaciones PEMEX
+ IVA
= Precio público

Diesel Industrial:

Precio de ingreso a PEMEX
+Comisión
+Flete no gravable
+Flete gravable
+Flete a estación de servicio total
+Impuestos locales
+Aprovechamiento
+IEPS
+IVA
= Precio al público

Coque de petróleo:

Precio de ingreso a PEMEX
+ IVA
= Precio a distribuidor

Fuente: PEMEX.

III.2 Evolución histórica

Cuadro III.2
Precio al Público de combustóleo*

1994	241.440
1995	281.060
1996	326.761
1997	243.519
1998	165.377
1999	250.215
2000	266.184
2001	215.914
2002	313.278
2003	345.849
2004	344.389

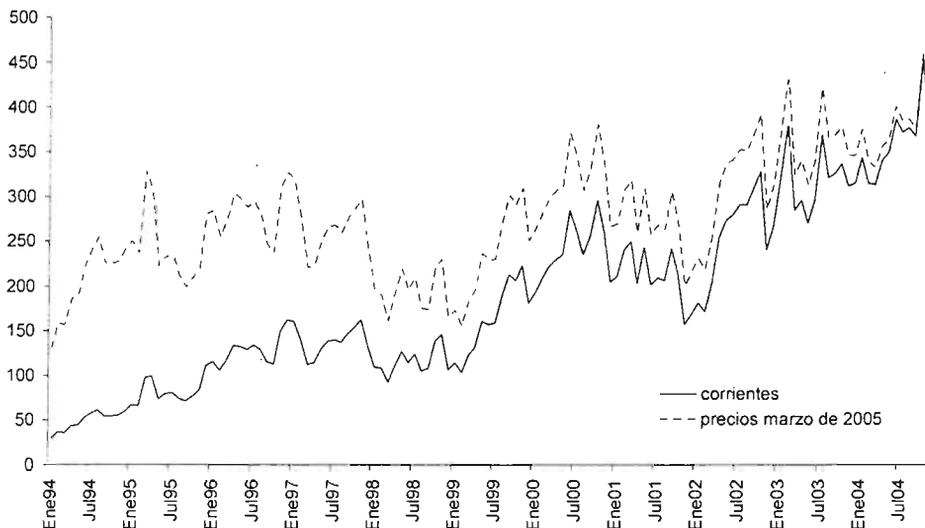
* Precios al cierre de año de combustóleo
Fuente: Indicadores Petroleros de PEMEX.

III.2.1 Combustóleo

La evolución histórica de los precios nacionales del combustóleo ha mostrado durante el periodo de estudio una tendencia a largo plazo hacia la alza. En enero de 1994, a precios de marzo de 2005, un barril de combustóleo costaba \$130.1, mientras que en diciembre de 2005 un barril costaba \$344.4; lo anterior implica que en el lapso de 1994 a 2004 el combustóleo vale 1.6 veces más en términos reales (ver cuadro III.2).

Durante el periodo de estudio los precios del combustóleo presentaron un crecimiento medio de 0.74% mensual real.

Gráfica III.1
Precios mensuales al público de combustóleo, 1994-2004^a
(pesos por barril)



a. Precios FOB en centros de venta, al cierre del periodo. Incluyen IVA.

b. Los precios de marzo de 2005 se obtuvieron a partir del Índice Nacional de Precios al Productor (Dic2003=100) publicado por el Banco de México.

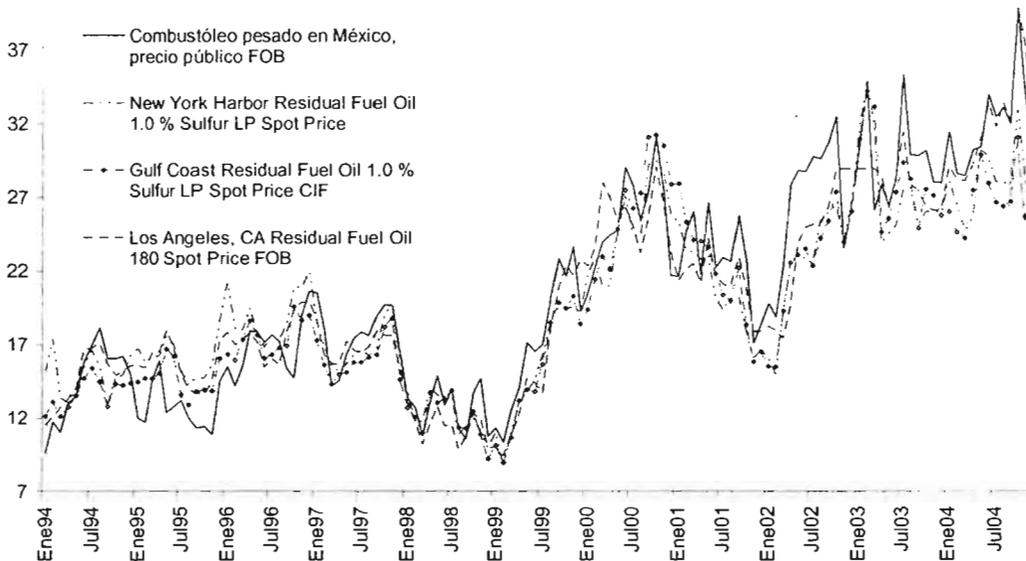
Fuente: elaborado con información de Indicadores Petroleros de PEMEX.

En la gráfica III.2 se puede observar la evolución del precio en México de combustóleo y de tres precios de referencia en los Estados Unidos. Como se puede apreciar en el caso de este petrolífero, el precio en México ha seguido prácticamente el mismo comportamiento que el de los mercados de referencia. Existe de hecho, durante el periodo de estudio, una correlación del precio en México de 91.4%, 92.0% y 94.5% con los precios de Nueva York, la Costa del Golfo y en Los Angeles respectivamente, aunque en algunas ocasiones el precio nacional se ha venido ajustando en forma rezagada con respecto a los precios de referencia de EUA como es de suponer debido al mecanismo de precios, lo anterior evidencia que no ha habido de manera práctica intervención en el nivel de precios de este combustible.

Por otro lado, la gráfica III.6 sugiere que los efectos de los factores que han incidido en el comportamiento del crudo de referencia *West Texas Intermediate* han afectado la

evolución de los precios del combustóleo en mercados de referencia, como es lógico pensar por ser materia prima de éste último, estudiar dichos factores nos ayudarán a entender la conducta de los precios del combustóleo, por ello se consideran más adelante.

Gráfica III.2
Precios al público de combustóleo de EUA y México, 1994-2004
(dólares por barril)*



Fuente: elaborado Información de *Indicadores Petroleros* de PEMEX, y EIA, U.S. Department of Energy.

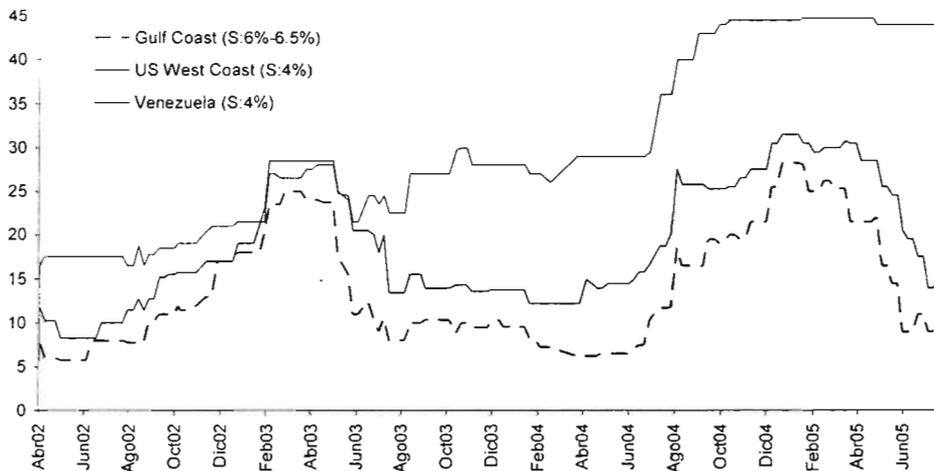
III.2.2 Coque de petróleo

Aunque en nuestro país el consumo del coque de petróleo va en aumento, no existe propiamente un mercado mexicano del energético y no se cuenta con un registro oficial de precios nacionales que se publiquen sobre dicho petrolífero, el precio que se toma es el de referencia y se añaden costos de transporte. Adicionalmente es importante señalar que no

existe un organismo oficial que de difusión a los precios de coque, si no que son organizaciones privadas las que se encargan de publicar dicha información³.

El precio del coque de petróleo como combustible ha cobrando importancia, así que su precio ha estado experimentando una mayor volatilidad según lo informan diferentes reportes de empresas que se especializan en el tema. El interés de dicho combustible se debe a la posibilidad de que se convierta en un futuro sustituto de otros combustibles industriales, su competitividad ha radicado en ostentar un precio bajo considerando su volumen y poder calorífico, y es así que algunas industrias están aumentando su demanda efectiva y futura influyendo en los niveles de precios actuales y futuros del coque. En la gráfica III.3 se puede ver el desempeño de precios spot de tres mercados de referencia como lo son el de la Costa del Golfo, la Costa Oeste ambos de los Estados Unidos, y el del mercado de Venezuela, se puede apreciar que el segundo mercado mencionado tiene precios más altos y con un comportamiento relativamente más estable, además presenta tendencia a elevarse, mientras que los mercados de la Costa del Golfo y de Venezuela presentaron un comportamiento menos estable y con altibajos, que podrían estar relacionados con efectos estacionales, aunque más adelante veremos algunas de las causas que han hecho variar los precios de coque de petróleo en estos importantes mercados, principalmente centrándonos en el de la Costa de Golfo en EUA.

Gráfica III.3
Precios semanales de coque de petróleo, abril 2002 a julio 2004
(dólares por tonelada).



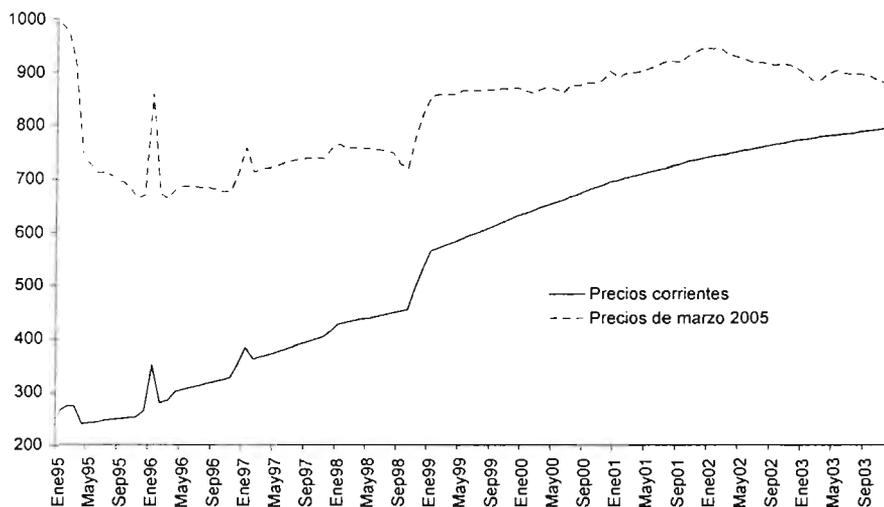
Fuente: Elaborado propia con información de Platt's, *International Coal Report*, Washington, varios números.

³ Dentro de las principales empresas que venden información histórica y estadística sobre coque de petróleo están Jacobs Consultancy, Platt's, Petroleum Argus, y Hill & Associates.

III.2.3 Diesel⁴

Durante el lapso de 1995 a 2004, el precio nacional del diesel de uso industrial no ha presentado gran crecimiento real, de enero de 1995 a diciembre de 2004, el barril de diesel industrial en México cuesta 15.8% menos en precios constantes, debido a que los primeros meses de 1995 el diesel presentó un precio particularmente alto, y presentándose alzas principalmente al inicio de cada año hasta 1999. De los años 2002 a 2004 el precio del diesel industrial ha venido experimentando una ligera disminución en términos reales situándose en 843.3⁵ \$/b en diciembre de 2004 (ver gráfica III.4).

Gráfica III.4
Precios mensuales de diesel industrial de bajo azufre, 1995-2004*
(pesos por barril)



* Precio publico de lista de diesel industrial alto azufre, resto del país y valle de México
Fuente: Elaborado con información de SENER.

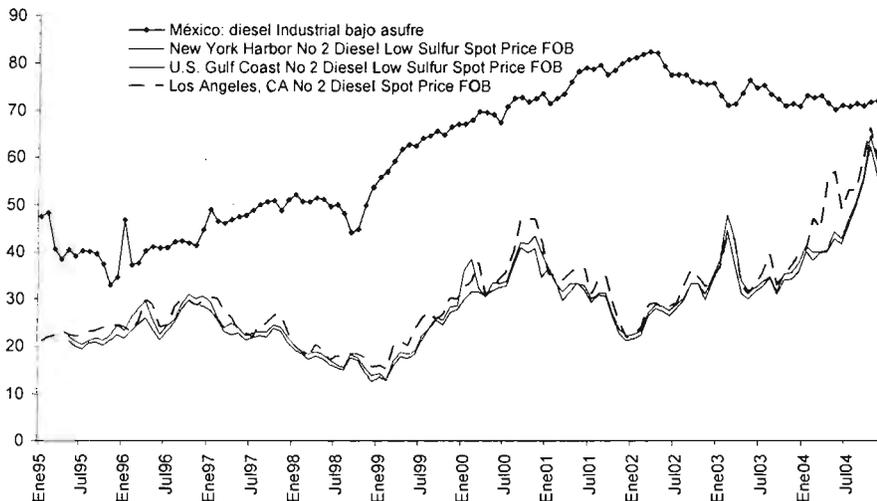
En la gráfica III.5 se puede apreciar que el precio en México del diesel industrial, durante el periodo considerado, se situó en un nivel superior al de sus similares de tres mercados de referencia estadounidenses. Durante el lapso de 1995 a 2000 la evolución del precio nacional no fue muy diferente a la los mercados de referencia, sin embargo del año 2001 en

⁴ De fuentes oficiales solo se tienen precios desde Enero de 1995 de diesel industrial de bajo azufre.

⁵ A precios de marzo de 2005.

adelante es evidente que la tendencia del precio nacional del diesel industrial no concuerda con la de la referencia, esto se debe a la política de precios administrados que el Gobierno Federal mediante los Programas Económicos y las políticas de ingresos, determina el nivel de precios del diesel, para uso Industrial y Automotriz, y además establece incrementos mensuales de dichos productos, que en forma anualizada constituyen parte de los instrumentos para el control de la inflación.

Gráfica III.5
Precios al público de diesel industrial en EUA y México, 1995-2004
(dólares por barril)



Fuente: elaborado con información de la Secretaría de energía y de EIA, U.S. Department of Energy.

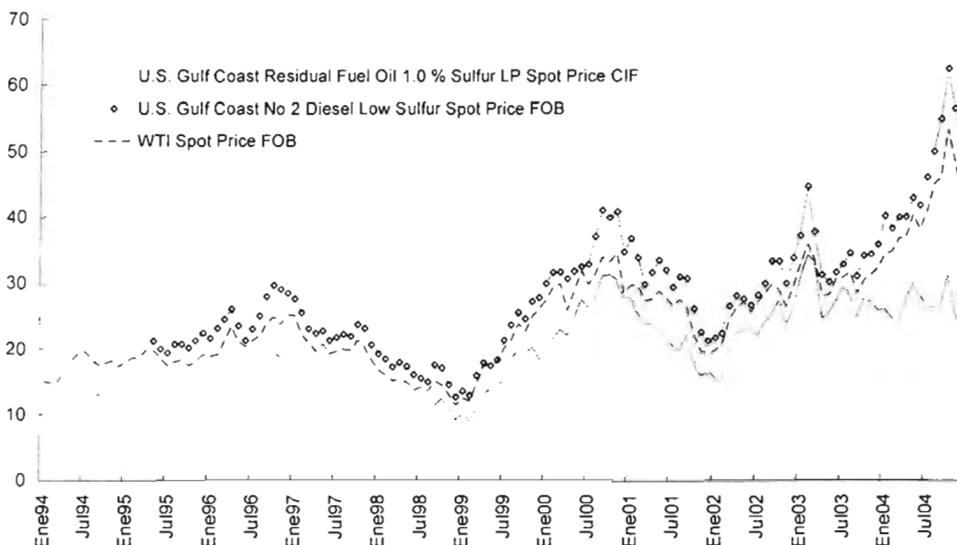
III.3 Sucesos importantes

III.3.1 Combustóleo y diesel

En la gráfica III.6 se puede apreciar la conducta histórica de los precios de referencia de combustóleo y diesel en los Estados Unidos, los cuales están correlacionados por arriba del 90% con los precios del petróleo, lo cual nos da motivos para considerar que los factores que afectan la conducta de los precios de crudo ejercen gran influencia de manera indirecta en los precios de los dos petrolíferos.

Durante los años de 1994 a 1996 la industria internacional de la refinación se vio afectada por una tendencia alcista en el precio del crudo que se vio reforzada por el crudo invierno que se vivió en el hemisferio norte, que originaron el alza de combustibles para calefacción. Además se presentaron complicaciones en el regreso de la oferta iraquí al mercado internacional del petróleo.

Gráfica III.6
Precios de referencia mensuales del crudo WTI, combustóleo, y diesel de bajo azufre en Estados Unidos, 1994-2004 (dólares por barril)



Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

A partir de 1997 el mercado petrolero internacional enfrenta un debilitamiento y los precios comenzaron a disminuir, en este año se da el regreso de Irak al mercado, y los países de América Latina incrementaron su oferta de crudo, además la OPEP había decidido aumentar el techo de producción. Para 1998 se da una caída de los precios del petróleo y de sus productos derivados que se agudizó debido a la crisis económica y financiera de los países del sudeste asiático y por fenómeno climatológico “El niño”, que en ambos casos afectaron el crecimiento económico mundial y de su demanda energética.

A partir de marzo de 1999 se inició la recuperación de precios en los hidrocarburos gracias a la reducción en la producción mundial de crudo pactada principalmente por Arabia Saudita, Argelia, Irán, México y Venezuela, y que posteriormente fue confirmada por la OPEP. Adicionalmente, el comportamiento más favorable de las economías de las principales naciones industrializadas, la recuperación en el sudeste asiático, el dinamismo del comercio mundial y la mejor perspectiva de crecimiento de Japón, fortalecieron la demanda mundial de hidrocarburos. Durante el 2000 se experimentó una violenta reacción al hundimiento de precios del crudo: subidas rápidas y continuas hasta casi 40US\$/b, al terminar el verano de 2000. Los precios de los productos acompañaron la subida del precio de los crudos. La OPEP elevó su techo de producción y permitió rebajar la tensión y situó los precios del Brent en la banda de 25-30US\$/b, hasta antes del 11 de Sep del 2001.

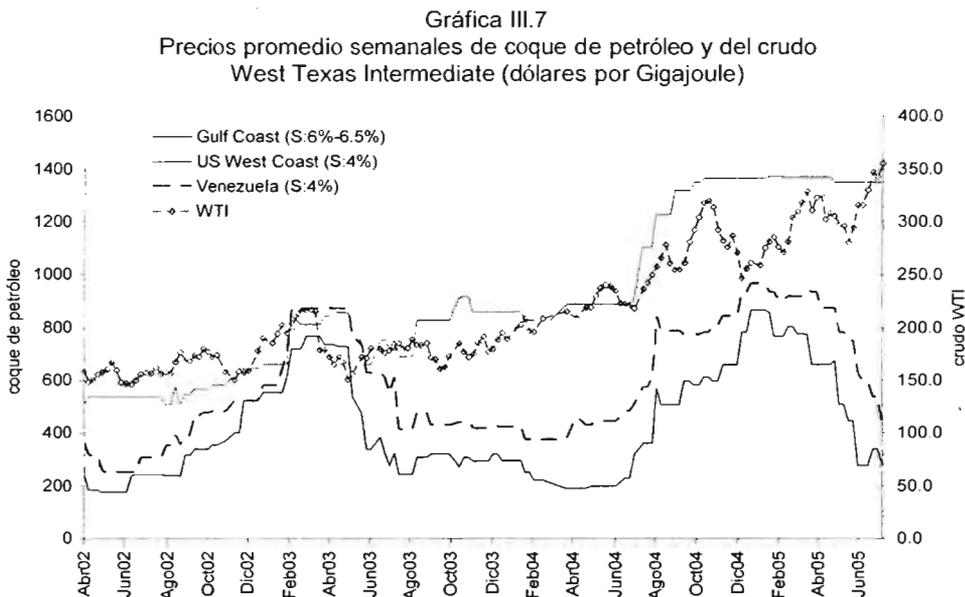
Para 2001 en el último trimestre el precio del crudo y sus principales productos sufren una caída debido a los atentados del 11 de septiembre en EU, según varios analistas un nuevo ciclo se inicia: las malas perspectivas económicas debilitan la demanda de crudo. En noviembre la OPEP acuerda reducir la oferta. En 2002 la OPEP llegó a un acuerdo en donde a partir de enero de este año se reduciría la extracción del petróleo, para hacer frente a la baja en precios con respecto al 2001.

Durante los años 2003 y 2004 se presenta una importante tendencia hacia la elevación de los precios de los principales hidrocarburos, debido al aumento de la demanda de petróleo. El aumento se origina principalmente de Asia debido a la demanda de China, su expansión económica es uno de los elementos clave que ha empujado con firmeza el consumo de combustibles en ese país. Otro aspecto sobresaliente la baja capacidad de producción de sobrante de petróleo registrada, sólo algunos miembros de la OPEP disponen de una mínima capacidad disponible. Se considera que los niveles de inventarios no serían lo suficientemente amplios en caso de una interrupción total del suministro de crudo, de hecho los países de la OCDE no han mejorado sus stocks en número de días de demanda esperada (si se cortara el suministro). También existe una limitada capacidad de refinación mundial y escasos proyectos que hay en el orbe. Por otro lado, en el 2004 se hizo notable que la depreciación del dólar apoya la idea de precios altos al interior de la OPEP y la incertidumbre sobre la seguridad de abasto, tales como los disturbios civiles en Nigeria, y los continuos ataques a la infraestructura petrolera en Irak, además la difícil situación legal y financiera de la petrolera rusa Yukos, ha incrementado la especulación en el mercado de futuros, lo cual repercute en los precios del petróleo.

3.3.2 Coque de petróleo

Para el caso de la volatilidad del precio del coque de petróleo en EU es especial debido a que presenta, según la opinión de especialistas, las siguientes características⁶:

- El precio no está fuertemente indexado al precio del petróleo⁷ (ver gráfica III.7).
- El precio normalmente esta por debajo del precio del carbón de alto azufre debido a sus peores cualidades ambientales.
- Las grandes variaciones en el precio, en la mayoría de las ocasiones, dependen del precio del carbón proveniente del exterior de EUA y la cantidad de coque de petróleo producido.



Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy y Platt's, *International Coal Report*, Washington, varios números.

Dentro de los sucesos que más han afectado el nivel de precios del coque de petróleo está la huelga nacional de Venezuela que empezó en diciembre de 2002 originó un incremento

⁶ Hanou, John, "Why are utilities afraid of petcoke?", *McCloskey's Petcoke Conference*, Hill & Associates, inc., Annapolis EUA, Julio 2004.

⁷ Esto es especialmente cierto en el mercado de la Costa del Golfo en EUA, pues existe apenas un coeficiente de correlación de alrededor de 0.47 con respecto al precio del WTI. En contraste, el precio de la Costa Oeste de EUA sí está fuertemente correlacionado con el del crudo.

importante de los precios del coque de petróleo, que se dispararon en enero de 2003⁸, ya que Venezuela es el segundo productor mundial del petrolífero mencionado⁹.

Otro factor que ha venido afectando el nivel del precio del coque de petróleo es la constante búsqueda de demandantes tales como cementeras y compañías productoras de electricidad de contratos a mediano plazo o convenios de compra sobre grandes cantidades de coque, lo cual afecta las expectativas del nivel de oferta futura del petrolífero y causa movimiento en los precios. Del mismo modo, en la actualidad se ha venido presentando un aumento de la oferta de crudos pesados/amargos, por lo que las refinerías producen coque de petróleo con más alto contenido de azufre, consecuentemente las compañías refinadoras modifican el volumen de producción de coque pesado y el del coque más ligero¹⁰ afectando así el precio para las dos variedades del producto.

⁸ Argus Media Limited, "Venezuela strikes at the heart of the fuel grade coke market", *Petroleum coke*, Energy Argus Monthly, Enero 8, 2003.

⁹ Hanou, John, *op. cit.*

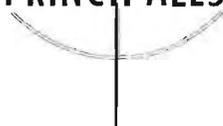
¹⁰ La acepción *pesado* o *amargo* para un hidrocarburo hace referencia a que contienen un alto contenido de azufre, mientras que *ligero* y *dulce* se refiere a un bajo contenido.



CAPÍTULO IV:

LA VOLATILIDAD Y RIESGO EN LOS

PRINCIPALES PETROLÍFEROS

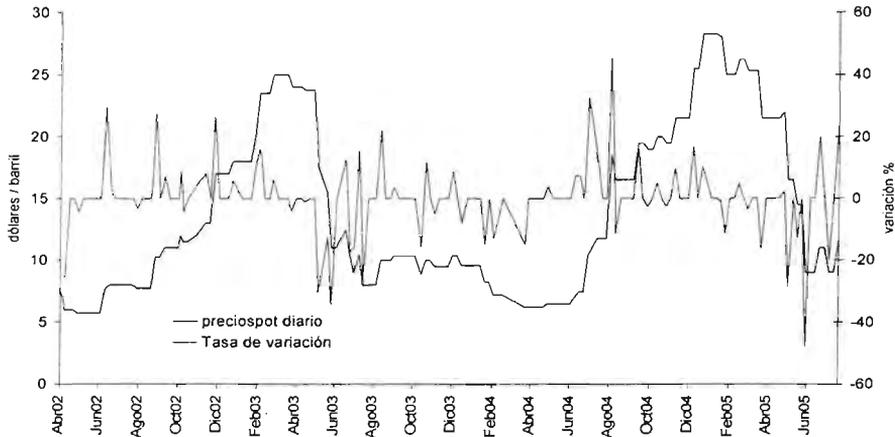


En este último capítulo se define de manera específica el factor de riesgo del: combustóleo, coque de petróleo y diesel industrial. Se describe el comportamiento histórico de la volatilidad en dichos factores de riesgo. Igualmente se presenta el resultado de la estimación de la volatilidad y el rendimiento esperado a través de los modelos ARMA-GARCH.

Aquí se presenta también la metodología de medición de Valor en Riesgo y su aplicación en los petrolíferos estudiados, así como los resultados obtenidos.

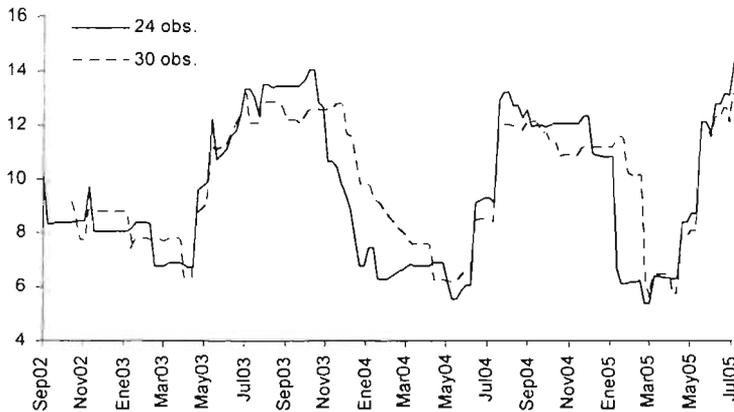
varianza paramétrica, sugieren que existen elementos para considerar interesante modelar la varianza dinámica en las tasas de variación en el coque de petróleo.

Gráfica IV.1
Precio spot y tasas de variación diarios de coque de petróleo en la Costa del Golfo, EUA.



La tasa de variación a partir de: $W_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})]100$.
Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

Gráfica IV.2
Volatilidad histórica de las tasas de variación del coque de petróleo*.



* La volatilidad estimada a partir de la desviación estándar muestral, con muestras móviles de 24 y 30 observaciones.
Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

IV. La volatilidad y riesgo de los principales petrolíferos

IV.1 Volatilidad histórica

Una unidad de negocio que desea medir su riesgo financiero debe identificar los factores de riesgo que condicionen su valor, así que desde el punto de vista de los riesgos de mercado, los factores estarán definidos por variables que determinen el comportamiento de los mercados¹:

- Tipos de interés
- Tipos de cambio
- Cotizaciones de acciones
- Variables macroeconómicas
- Precios de mercancías

Lo anterior nos deja claro que para el caso de una empresa industrial que consuma el combustible, coque de petróleo o diesel, uno de sus factores de riesgo lo representará el precio del combustible que utilice, de ahí la importancia de estudiar su variabilidad.

En México no existen mercados spot de petrolíferos además de que los precios de los petrolíferos se encuentran a menudo administrados, no obstante, en el capítulo III se expuso como los mecanismos de precios de los energéticos considerados en este estudio tienen como importante componente precios spot de referencia en Estados Unidos, por lo que un abrupto cambio en el precio spot en un mercado de referencia, se transmitiría también al mercado nacional. Por ello existe un riesgo en el precio de los combustibles de uso industrial.

En esta investigación se establece entonces como factor de riesgo el precio spot diario² de referencia, y más específicamente su tasa de variación diaria, enfocándonos en el mercado de la Costa del Golfo de México en los Estados Unidos.

Para el caso del coque de petróleo, debido a que forma parte de un mercado de uso muy específico o especializado, sólo fue posible obtener una serie de precios spot semanales a partir de abril del año 2002, por lo que las conclusiones sobre esta serie pueden ser poco consistentes. No obstante lo anterior se puede decir que la serie de precios ha mostrado inestabilidad importante puesto que la variación porcentual en los precios semanales han oscilado entre un máximo de 45.4% hasta un mínimo de -47.7% (ver gráfica IV.1). La volatilidad histórica paramétrica de muestra móvil de la gráfica IV.2 muestra inestabilidad, es decir su cambio a lo largo del tiempo. En consecuencia a las tasas de variación y la

¹ Soler, ... [et al.], *Gestión de Riesgos Financieros, un enfoque latinoamericano*, Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander, 1999, p. 46.

² Una opción a la que podría recurrirse en caso de no contar con una serie de precios de combustible o de diesel, sería utilizar una serie de precios de petróleo crudo, ya que existe una alta correlación entre los productos, y además el crudo es insumo de los dos combustibles.

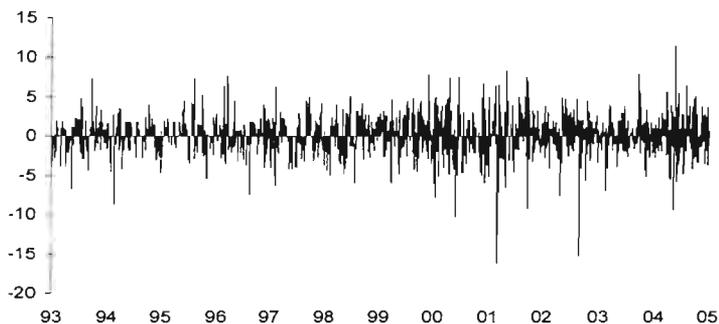
En la gráfica IV.3 se puede observar la evolución histórica del precio spot diario de referencia del combustóleo, la cual nos da una idea de los diferentes niveles de sobre los cuales sea situado el precios del combustóleo, y en la gráfica IV.4 se observa de manera clara la variación porcentual que han venido experimentando los precios: desde un máximo de 11.4% hasta un mínimo de -16.2%. Una primera aproximación hacia la estimación de la volatilidad lo constituye la gráfica IV.5 que expone la volatilidad histórica de forma paramétrica del precio del combustóleo a lo largo del periodo de estudio, y deja claro la que la volatilidad ha variado a lo largo del tiempo y es parecida a la de la variación porcentual diaria, además de tener un comportamiento de clustering.

Gráfica IV.3
 Precio spot diario de combustóleo en la Costa del Golfo, EUA (dólares por barril).



Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

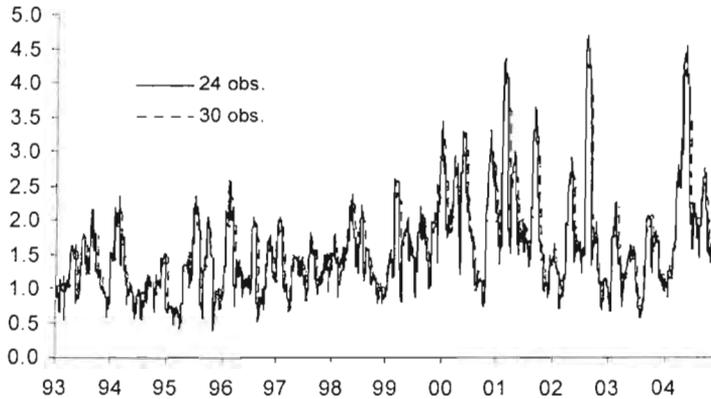
Gráfica IV.4
 Tasas de variación diaria del precio spot de combustóleo en la Costa del Golfo, EUA.



La tasa de variación a partir de: $W_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})]100$

Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

Gráfica IV.5
Volatilidad histórica de las tasas de variación del combustóleo*.

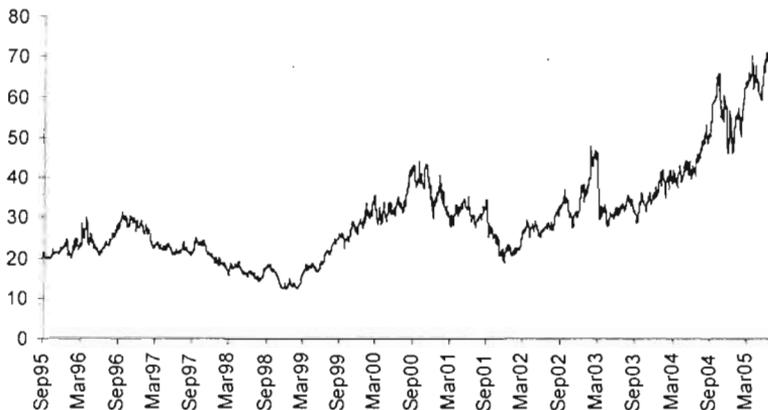


* La volatilidad estimada a partir de la desviación estándar muestral, con muestras móviles de 24 y 30 observaciones.

Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

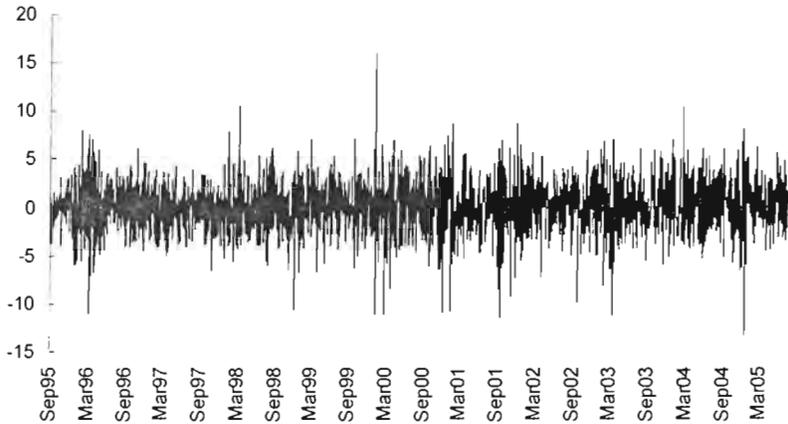
En el diesel de uso industrial las tasas diarias de variación se han encontrado dentro un máximo de 15.9% y un mínimo de -13.3%, mostrando también que es una serie que puede estudiarse como un proceso estocástico de según la gráfica IV.7. al igual que la volatilidad mostrada en la gráfica IV.8. Además, lo volatilidad paramétrica estimada se ajusta a las características enunciadas al final del capítulo uno, según lo muestra el gráfico.

Gráfica IV.6
Precio spot diario de combustóleo en la Costa del Golfo, EUA (dólares por barril).



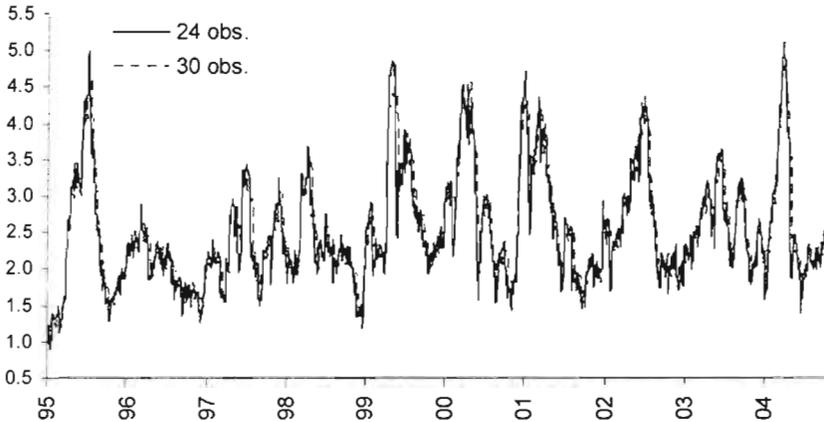
Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

Gráfica IV.7
 Tasas de variación diaria del precio spot de diesel industrial
 en la Costa del Golfo, EUA.



La tasa de variación a partir de: $W_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})]100$
 Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

Gráfica IV.8
 Volatilidad histórica de las tasas de
 variación del diesel industrial*.



* La volatilidad estimada a partir de la desviación estándar muestral, con muestras móviles de 24 y 30 observaciones.

Fuente: elaborado con información de EIA, U.S. Department of Energy.

4.2 Estimación de la volatilidad

Aunque la volatilidad muestral a través del tiempo puede estimarse de la forma como se realizó en las gráficas IV.2, IV.5 y IV.8, dicha forma presenta las siguientes deficiencias³:

- La volatilidad es muy sensible al número de observaciones utilizada en la muestra móvil, si el número es reducido, el estimador es poco eficiente, y si aumenta, la posibilidad de incorporar cambios importantes es menor.
- No se puede determinar si la volatilidad cambió por que se modificaron las condiciones de mercado o el tamaño de la muestra. Existen entonces sensibilidad a errores muestrales.
- Cada observación recibe la misma ponderación.
- Se acentúa el efecto *clustering*, lo que sobreestima el riesgo.
- No se incorporan las características de proceso estocástico de la serie.
- Se ignora el equilibrio con la volatilidad de largo plazo.

La estimación de la volatilidad de los precios de los combustibles estudiados se realizó por medio de modelos GARCH (ver anexo A), los cuales también permiten estimar de forma simultánea la media a través del tiempo, ambos parámetros necesarios para poder medir el riesgo financiero⁴. La estimación se realizó utilizando aproximadamente el 90% de las observaciones de las tres series, para que el restante 10% sirviera para evaluar los modelos. En la cuadro IV.1 se expone las principales características de los modelos más utilizados para estimar la volatilidad y a partir de dicha información se determinó utilizar modelos GARCH por que permiten modelar del comportamiento dinámico de la volatilidad y de la media, además de que es relativamente fácil estimarlas con software estadístico⁵ en comparación con modelos de volatilidad estocástica. En los gráficos IV.9 a IV.14 se presenta las estimaciones de la desviación estándar condicional (volatilidad) y de la media condicional obtenida de los modelos ARMA-GARCH cuya especificación esta contenida en el anexo A.

³ Sánchez Cerón, Carlos, *Valor en Riesgo y otras aproximaciones*, México, Valuación Análisis y Riesgo, S.C., 2001. p. 206-207.

⁴ Suponiendo una distribución normal en las tasas de variación del precio.

⁵ En este estudio fue utilizado EViews para la estimación del modelo.

Cuadro IV.1
Modelos de volatilidad⁶

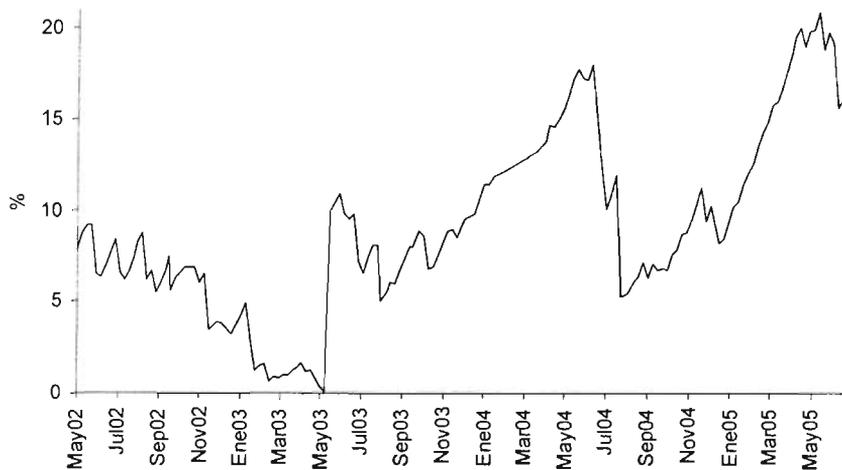
MODELO	CARACTERÍSTICAS	PRONÓSTICO
Paramétrico	La volatilidad es un parámetro. No se considera que cambie en el tiempo.	Igual al dato estimado de toda la muestra.
Volatilidad histórica	La volatilidad es un proceso. Las ponderaciones que se da a la información pasada son fijas.	Igual al dato estimado. No explota de forma óptima el efecto <i>clustering</i> debido a que las ponderaciones son fijas.
ARMA	La volatilidad es un proceso. Las ponderaciones se estiman mediante métodos estadísticos pero las ponderaciones pueden ser erráticas por problemas muestrales. Este modelo es una generalización de volatilidad histórica.	Permite estimar la estructura intertemporal de la volatilidad. Tiende a un nivel de equilibrio de largo plazo (volatilidad paramétrica). Los estimadores pueden ser estadísticamente inconsistentes. Optimiza el efecto <i>clustering</i> .
GARCH	La volatilidad es un proceso estocástico. Permite modelar diferentes características de las distribuciones de las tasas de variación. Las ponderaciones convergen a cero de forma suavizada. Requieren mayor trabajo estadístico.	Permite estimar la estructura intertemporal de la volatilidad. Tiende a un nivel de equilibrio de largo plazo (volatilidad paramétrica). Los estimadores son consistentes desde el punto de vista estadístico.
Ponderados exponencialmente	La volatilidad es un proceso. Bajo ciertas condiciones es un caso de GARCH. El factor de ponderación no se actualiza de forma estadística. Es de fácil cálculo.	No permite estimar la estructura intertemporal de la volatilidad. El pronóstico es igual al último valor. La volatilidad no converge a su nivel de equilibrio de largo plazo.
Caminata aleatoria	Se basa en el supuesto de que los mercados son eficientes.	Igual al dato del día anterior. El mejor pronóstico para mañana es el dato observado hoy.
Modelos de volatilidad estocástica	A diferencia de los modelos GARCH, la varianza condicional por si misma es un proceso estocástico.	Permite estimar la curva de volatilidades. Sin embargo, requiere de métodos complejos de estimación.

⁶ Sánchez, C., *Op cit.*, p. 204.

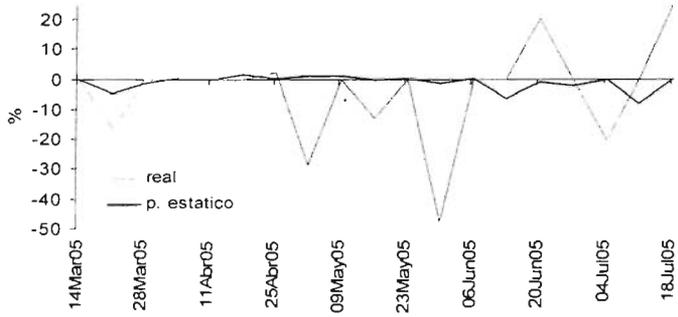
Cuadro IV.2
Estadísticas descriptivas de la muestra de tasas de
variación diaria utilizada en la estimación.

	Coque	Combustóleo	Diesel
Media	0.8512	0.0281	0.0377
Mediana	0.0000	0.0000	0.0578
Máximo	45.3918	8.3912	15.8957
Mínimo	-34.2945	-16.1872	-11.4990
Desviación estándar	9.9907	1.7100	2.5907
Asimetría	0.5002	-0.7533	-0.1336
Kurtosis	8.2594	12.7540	5.0124
Jarque-Bera	166.0028	11039.7200	381.2240
Probabilidad	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	139	2720	2220

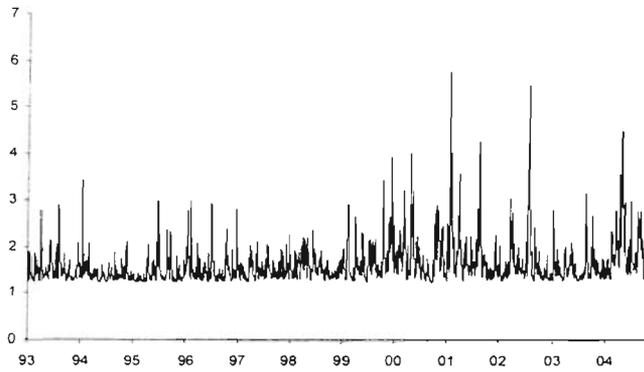
Gráfica IV.9
Volatilidad estimada para el coque de petróleo
con EGARCH(1,1).



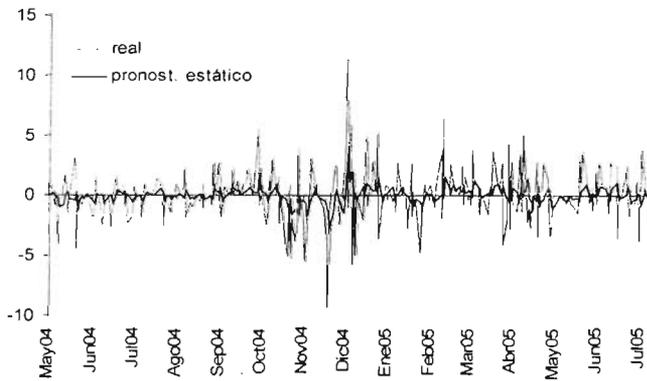
Cuadro IV.10
 Estimación de la media condicional para el coque (tasas de variación).



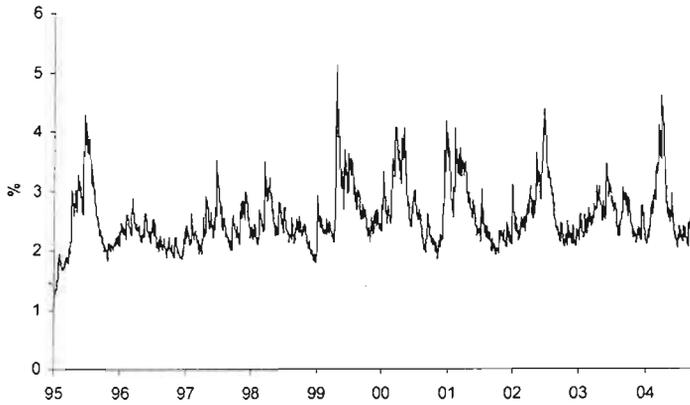
Gráfica IV.11
 Volatilidad estimada para el combustóleo con GARCH-M(1,1).



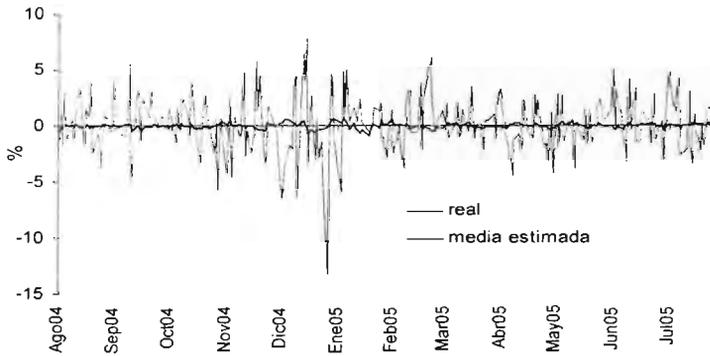
Gráfica IV.12
 Estimación de la media condicional del combustóleo, (tasas de variación).



Gráfica IV.13
Volatilidad estimada para el diesel industrial
con GARCH(1,1)



Gráfica IV.14
Estimación de la media condicional para el diesel industrial, para
el periodo de evaluación (tasas de variación).



IV.3 Valor en riesgo del precio en los petrolíferos

Valor en Riesgo (VaR⁷ por sus siglas en inglés) es una de las metodologías más difundidas y utilizadas en la medición del riesgo, la cual fue promovida y difundida por JP Morgan en 1994. Actualmente se ha convertido una metodología estándar para determinar los requerimientos de capital de las instituciones financieras por concepto de riesgo de mercado que ha sido adoptada por el Comité de Basilea, que la incluyó en su regulación desde diciembre de 1997.

El VaR es un método para medir el riesgo que utiliza técnicas estadísticas estándar. Formalmente Jorion dice: *El VaR mide la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales del mercado ante un nivel de confianza dado*⁸. La ventaja del VaR es que es una medida estadística que con un solo dato resume el riesgo de un valor, o cartera de valores, de generar pérdidas derivadas de movimientos normales de mercado. Pérdidas superiores al VaR se producen sólo en movimientos anormales de mercado, y tienen, por tanto, una pequeña probabilidad de producirse.

Dada la definición anterior, el VaR puede ser usado para evaluar el rendimiento de la administración de un portafolio de inversión de instrumentos financieros, proporcionando así una cuantificación del riesgo, expresándolo en unidades monetarias. También podría ayudar a un administrador de portafolios a determinar la política de administración de riesgos financieros más apropiada en alguna situación dada. Sin embargo dentro de mercados de commodities, en mercados petroleros por ejemplo. *el VaR puede ser usado para cuantificar el máximo cambio de precio asociado a un nivel de probabilidad. Esta cuantificación es fundamental cuando se diseñan estrategias de administración de riesgos*⁹.

Existen varios métodos que utilizan información histórica para calcular el VaR, los cuales pueden ser clasificados en tres grupos:

- Simulación Histórica
- Método de simulación Monte Carlo
- Varianza - covarianza

En el método de simulación histórica una distribución empírica debe derivarse de los cambios en los precios sobre un periodo previo al tiempo de cálculo. El VaR se estima de la máxima pérdida de dicha distribución empírica asociada aun percentil de probabilidad estadística. Existen tres tipos de simulaciones históricas: crecimientos absolutos, crecimientos logarítmicos, y crecimientos relativos¹⁰.

El método de simulación Monte Carlo, al igual que el anterior consiste en derivar una distribución de lo cambios en los precios. Pero en este método no se usan los cambios

⁷ Value at Risk.

⁸ Jorion. P., *Valor en Riesgo*, México, Editorial Limusa y Noriega Editores, 2004. p. 13-14.

⁹ Cabedo. J. y Moya, I., "Estimating oil price 'Value at Risk' using historical simulation approach", en *Energy Economics*, Volumen 25, mayo 2003, pp. 234-253.

¹⁰ De Lara, A. *Medición y control de riesgos financieros*, México, Limusa y Noriega, 2004, pp. 68-70.

históricos en los precios si no que se crean escenarios de precios de un activo mediante la generación de números aleatorios. Posteriormente se observa el comportamiento del activo simulado.

El método de varianza-covarianza asume que el comportamiento del activo, o sus tasas de variación, se distribuyen de acuerdo a la distribución de probabilidad normal, y aunque en la práctica la mayoría de los activos no siguen un comportamiento estrictamente normal, sino que son aproximados a la curva normal. Bajo el supuesto de normalidad, el VaR puede estimarse así:

$$VaR_t = \phi \sqrt{\tau} \sigma_t$$

donde ϕ es el parámetro de probabilidad; σ_t , en este estudio, es la desviación estándar de las tasas de variación para el tiempo t ; y τ es un parámetro usado para calcular VaR en periodos de tiempo de diferente longitud al usado en la estimación de la desviación estándar¹¹. A su vez, diferentes métodos pueden ser usados para calcular el VaR, cada uno corresponde a las diferentes formas de pronosticar la varianza (ver cuadro IV.1).

En el caso de este estudio se decidió utilizar el método de varianza-covarianza con el apoyo de los modelos GARCH. De esta forma, al suponerse una distribución normal en las tasas de variación en los precios de los combustibles se conoce mejor la proyección de las características que una distribución estadística de las más utilizadas tiene sobre los datos que empleamos. Un modelo de media y varianza no tiene por qué responder necesariamente a una distribución normal, puesto que serviría con cualquier distribución estadística de este tipo, pero sí resulta más fácil de entender si se presupone la normalidad de distribución. Si se supone que la variación porcentual diaria del precio de un activo se distribuye según una función de densidad conocida, como la normal, estamos simplificando la realidad y cometiendo errores, pero pueden ser compensados por la información que extraemos de esta función de densidad¹². Ahora bien, Con la forma de estimar la varianza se tendrá la ventaja de no sobreestimar el VaR lo que podría ocurrir con otros métodos que siguen menos de cerca la variación porcentual diaria.

Algunos de los principales problemas que tiene el VaR son los siguientes¹³:

- Es fuertemente dependiente de algunos supuestos en particular de las correlaciones y volatilidades.
- Puede haber problemas en la recolección de los datos.
- El VaR no establece que hacer con las altas kurtosis y por tanto no se puede saber hasta cuanto podrían llegar las pérdidas del 1 y 5% de las veces.
- Puede generar problemas al interpretarse como el peor escenario o la exposición total del riesgo y generar falsa sensación de seguridad.

Por eso, se recomienda que¹⁴:

¹¹ Cabedo, J. y Moya, *Op. cit.*

¹² Noesis. Análisis Financiero, disponible en <http://www.noesis.es/var/index.htm>.

¹³ De Lara, A., *Op. cit.*, pp. 70-72.

- El VaR se use junto con otros métodos, como pruebas de *stress*.
- Realizar pruebas de retroalimentación con los datos, *backtesting*.
- Evitar sensaciones de seguridad.
- Revisar los datos anormales.

Las pruebas *stress* son un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la medición del riesgo ante sucesos excepcionales, pero plausibles¹⁵. La prueba de *backtesting* consiste en comparar el VaR observado con las pérdidas y/o ganancias reales, para que de esta manera se determine la eficiencia del modelo (ver cuadro IV.3).

Si se supone que las tasas de variación tienden a distribuirse de forma normal con media cero y desviación estándar uno, es decir $\sim N(0,1)$. El VaR con un 95% de confianza estadística de la posición financiera larga¹⁶ quedará definido de la siguiente manera:



lo cual significará que el 95% de las ocasiones se podrá determinar la máxima variación porcentual en el precio de un petrolífero, en otras palabras, lo máximo que puede subir el precio en condiciones normales del mercado. Por el otro lado, una posición financiera corta o larga desde el punto de vista del energético, se representaría así:



lo que querrá decir que quien ofrezca el petrolífero, podrá determinar en el 95% de las ocasiones la mayor disminución porcentual en el precio, bajo condiciones normales en el mercado. El mayor aumento posible en el precio representa el riesgo para el demandante, y la máxima disminución en el precio representa entonces el riesgo para el oferente.

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ Vilarriño, A., *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*, Madrid, Prentice-Hall, 2001, p. 255.

¹⁶ Se considera también como posición corta desde el punto de vista commodity.

La estimación del VaR tanto en las posiciones financieras larga como la corta están graficados en las gráficas IV.15 a IV.17. Un panorama general de los factores que ocasionaron valores extremos en las tasas de variación de los precios de los petrolíferos viene resumida en la parte final del capítulo 3, donde en su mayoría, al menos para el combustóleo y el diesel, obedecen a condiciones que pueden considerarse como no normales¹⁷ dentro de los mercados energéticos, puesto que representaron cambios abruptos importantes en los precios. El caso del coque de petróleo, un evento como lo fue la huelga nacional en Venezuela, son del tipo que podrían dar origen a valores extremos.

De los tres modelos para estimar la volatilidad, el del diesel fue el que la mayor confianza en la cuantificación del VaR pues casi se ajusta a los niveles establecidos para su medición. La confianza empírica de otros dos modelos está ligeramente por debajo de la que se estableció estadísticamente con la distribución normal. Otro detalle destacable que los niveles VaR del coque de petróleo revelan que, aunque el periodo de muestra para el modelo es más pequeño, han existido niveles más altos de riesgo, por ejemplo el VaR semanal máximo (30/mayo/05) fue de 48.5%, lo que equivale a un 21.7% diario¹⁸, dentro una confianza estadística de 99%. Mientras que el diesel y el combustóleo presentaron niveles máximos de VaR 10.7% (el 28/dic/04) y 10.4% (el 16/dic/04) respectivamente con 99% de confianza estadística.

Si extrapolamos las cuantificaciones de los ejemplos anteriores (con los VaR's más altos) para el periodo de un mes, tendríamos que el precio coque pudo haber variado hasta 100.0%, mientras que el diesel y el combustóleo 49.4 y 47.9%¹⁹ respectivamente, tomando para los tres casos una confianza estadística de distribución normal de 99%. Este último ejercicio nos sirve para poder entender que, en algún momento del periodo de evaluación de los modelos de varianza, los precios de referencia pudieron sufrir un aumento mensual en las proporciones mencionadas.

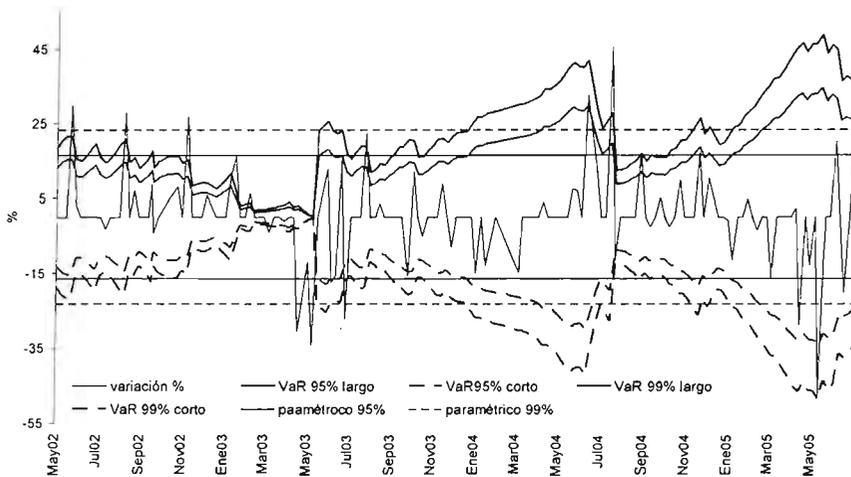
Por último, en las gráficas de VaR de los tres petrolíferos se graficó también el VaR (paramétrico) utilizando la desviación estándar muestral, que para el caso de los tres petrolíferos es de la misma muestra utilizada para la estimación con los modelos GARCH. Con dichas gráficas vemos la ventaja de utilizar un método que capte el dinamismo de la volatilidad, puesto que así se consigue evitar una sobreestimación o subestimación del VaR y por lo tanto del riesgo.

¹⁷ Desde el punto de vista estadístico, ya que se consideran como datos extremos, o sea muy alejados de la media.

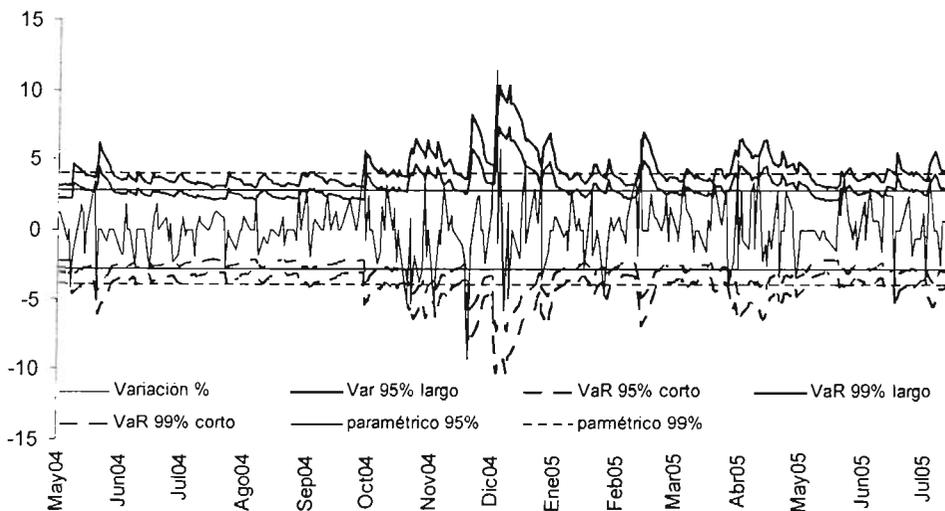
¹⁸ El VaR diario se obtiene al multiplicar el VaR semanal por $\sqrt{1/5}$, según la fórmula $VaR_t = \phi \sqrt{\tau} \sigma_t$.

¹⁹ El VaR mensual se calculó al multiplicar el VaR diario por $\sqrt{255/12}$, según la fórmula $VaR_t = \phi \sqrt{\tau} \sigma_t$.

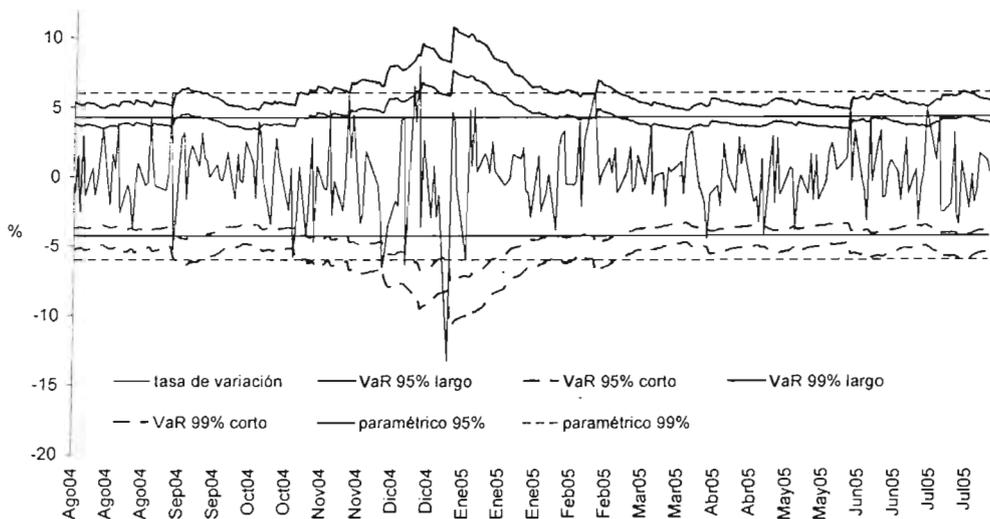
Gráfica 4.15
 Tasas de variación del precio del coque de petróleo y
 cuantificación del VaR usando un modelo EGARCH(1,1).



Gráfica 4.16
 Tasas de variación del precio del coque de petróleo y
 cuantificación del VaR usando un modelo GARCH-M(1,1).



Gráfica 4.17
 Tasas de variación del precio del coque de petróleo y
 cuantificación del VaR usando un modelo GARCH (1,1).



Cuadro IV.3
 Confiianza del VaR estimado.

		VaR posición larga		VaR posición corta	
		5%	1%	5%	1%
Coque	Fuera VaR	22	7	9	5
	Confiianza	0.86	0.95	0.94	0.97
	Obs.	152			
Combustóleo	Fuera VaR 95%	22	8	17	10
	Confiianza	0.93	0.97	0.94	0.97
	Obs. *	300			
Diesel	Fuera VaR	15	3	12	2
	Confiianza	0.94	0.99	0.95	0.99
	Obs. *	247			

* Observaciones fuera de muestra (periodo de evaluación del modelo).



CONCLUSIONES



Conclusiones

Al inicio de esta investigación fue posible establecer por medio de la teoría económica, que las fluctuaciones de los precios de los energéticos considerados, al igual que de otras mercancías, son principalmente causadas por los desequilibrios de la oferta y la demanda que proceden del ciclo de negocios, y de eventos políticos. Es así que se determinó que la inestabilidad en los precios del combustóleo y el diesel industrial se originó por aquellos eventos que influyeron en las fluctuaciones del precio del petróleo, que durante el periodo de estudio, se relacionaron con cambios en los niveles de producción y por aumentos sostenidos de la demanda mundial de crudo. También se presentaron eventos como crisis financieras y contingencias de naturaleza política que propinaron alzas importantes en los energéticos. En el caso del coque de petróleo, además del efecto que el precio del crudo, el precio del petrolífero es afectado por el movimiento del precio de bienes sustitutos como el carbón, aparte de que en los últimos años, los movimientos en el mercado han volatilizado el precio.

La modelación del riesgo para mercancías presenta una complejidad inherente debido a la fuerte interacción entre el comercio de los productos y los desequilibrios de la oferta y la demanda que provienen del momento que se vive en la economía. Si lo que se hubiera deseado era estudiar el movimiento de los precios a largo plazo lo mejor habría sido utilizar un modelo económico específico diseñado para prever la oferta y la demanda de un mercado dado. Sin embargo, se utilizó un modelo estadístico general que responde a las características de la serie de tasas de variación diarias y adecuadamente a las previsiones el riesgo del mercado a un horizonte de tiempo de corto plazo, con lo cual se logró alcanzar el objetivo de modelar la volatilidad en los precios de los petrolíferos. La ventaja mostrada por la utilización de modelos ARMA-GARCH, es que son modelos adaptativos que en el corto plazo captarían el efecto que en la volatilidad tenga cambios abruptos en los precios.

Mientras se realizó la modelación de la volatilidad de los precios de los petrolíferos, fue posible comprobar que en el corto y mediano plazo dicha volatilidad varía a lo largo del tiempo, moviéndose incluso de forma similar a la variación porcentual diaria de los precios. Se presentaron periodos en los que la volatilidad permanecía de forma agrupada en niveles altos en diferentes periodos. Además el incremento en los precios tenía como efecto el aumento de la volatilidad.

Otro aspecto importante es que las tasas de variación del diesel y el combustóleo dependen fuertemente de las observaciones y choques inesperados del periodo anterior, y en menor

medida de lo otras observaciones anteriores. En el caso del coque el precio depende del precio observado 6 semanas antes y los choques inesperados tienen una influencia de 6 semanas también. Los mercados spot no presentan la llamada eficiencia que se supone en los mercados financieros, pues en ninguna de las tres series estudiadas se aceptó la hipótesis de existencia de caminata aleatoria.

Como lo mostró el estudio los modelos de series de tiempo sólo permite pronósticos de corto plazo (alrededor de $p+q$ periodos, según la notación de series de tiempo), por ello se reconoce que utilizar el modelo a un largo plazo significaría en algún punto determinado estimar una varianza que muy cercana a la paramétrica que representa a todo el periodo de estudio, lo que implicaría en un momento una sobre o subestimación del riesgo.

Una vez que se midió el riesgo, se comprende que si se estima un VaR importante, entonces será recomendable diseñar alguna estrategia de cobertura del riesgo, según el criterio del administrador de riesgos de una empresa, lo que podría involucrar la utilización de instrumentos derivados de petróleo o contratos a futuro de petrolíferos directamente negociados con los proveedores o en el mercado *OTC* (Over The Counter) en los Estados Unidos. Asimismo, si al extrapolar el VaR a un plazo más largo de tiempo, donde se estime un incremento significativo en los precios de las mercancías, haría que un administrador espere un incremento del riesgo en el futuro, por lo tanto se buscaría diseñar coberturas de largo plazo.

Una vez que se entendió la estructura del mercado de petrolíferos, se pudo medir que el coque de petróleo representa el petrolífero de mayor riesgo de mercado según el cálculo realizado del VaR. Una empresa que consuma este combustible y que tenga mucha aversión al riesgo procuraría diseñar una estrategia de cobertura, de hecho, asimismo lo están haciendo algunas cementeras y generadoras de electricidad en los Estados Unidos, las cuales han venido amarrando varios contratos adelantados para el suministro del energético, cosa que también ha influido en el comportamiento de los precios. Si bien la cobertura en un energético como lo es el diesel es algo que se observa con mayor regularidad, cosa contraria sucede con el combustible, no obstante, en múltiples materiales bibliográficos se sugiere que sino existe forma de cubrirse del riesgo directamente se recurra a un valor o activo que este altamente correlacionado con el del factor de riesgo en estudio, en el caso del diesel o del combustible, ese activo sería el petróleo, que funcionaría como subyacente de instrumentos derivados.

Aunque el riesgo en el diesel no impacte plenamente a la empresa, por estar administrado, alguien más absorbe parte del riesgo, en este caso PEMEX. Además en el capítulo III se puede apreciar como es que se realizan importaciones importantes de este petrolífero, las cuales lógicamente se hacen a precios de mercados de referencia. Lo anterior también sucede con el coque de petróleo por ser en su mayoría de importación y estar plenamente regido por precios de referencia. El caso del combustible también mostró que el movimiento de sus precios está altamente correlacionado con los precios de referencia. Por lo tanto los tres petrolíferos pueden representar un riesgo de mercado a una determinada organización que importe o consuma directamente dichos energéticos

Es importante tomar en cuenta que una empresa debe determinar sus políticas de tolerancia de riesgo según los incrementos en los precios en energéticos que pueda soportar, y aquellos incrementos que no. Se debe tener presente que las fluctuaciones en los precios de los energéticos exponen a una empresa a un menor margen en sus productos o a pérdidas en sus operaciones.

En esta investigación, después de considerar un problema que interesa en el ámbito industrial, los resultados obtenidos son de especial provecho para el desarrollo de estrategias de cobertura de riesgos en *commodities*. En la tesis, no se tiene como objetivo sugerir alguna estrategia de administración de riesgos en específico, sino contribuir con la aplicación de una metodología relativamente sencilla para poder cuantificar el riesgo de mercado en los energéticos destacados. No obstante, si es valioso referirse a varios ejemplos de industrias a las que podría en determinado momento interesarles cuantificar el riesgo de mercado en los energéticos que consumen:

- En la industria cementera se consumen grandes cantidades de combustóleo y coque de petróleo, por lo que siguen de cerca las cotizaciones de los precios de estos energéticos, sobre todo del coque cuya demanda va en aumento.
- La industria azucarera es la segunda rama industrial que más consume de combustóleo.
- En la autogeneración de electricidad los tres combustibles también son muy utilizados.
- La industria de la construcción, que es la más importante rama consumidora de diesel industrial, estaría particularmente interesada en conocer la evolución futura del precio de este petrolífero.
- PEMEX, que como productor y oferente de los combustibles desearía cubrir su posición financiera corta, sobre todo considerando costos de oportunidad originados de diferencias en precios de energéticos administrados y precios internacionales de referencia.

Las anteriores son ejemplos de industrias que en su administración de riesgos y en su planeación estratégica considerarían como valiosa la información con la que puedan contar para poder determinar la máxima variación porcentual en los precios de los energéticos que consumen. En suma una empresa debe cuantificar los diferentes riesgos a los que está expuesta y posteriormente valorarlos con base en el impacto que puedan tener en el negocio dada su probabilidad de ocurrencia. Una vez que se determina el orden de importancia de todos los riesgos en conjunto, es momento entonces para que puedan surgir estrategias que: eviten, retengan, reduzcan, transfieran o aprovechen los riesgos de la empresa.

Es importante señalar entonces que en esta tesis fue posible completar y alcanzar los objetivos planteados inicialmente, sobre todo haciendo hincapié en dos aspectos:

- comprobar si la volatilidad del combustible, coque de petróleo y diesel no es constante a través del tiempo.
- Demostrar la factibilidad de utilizar un método de pronóstico heterocedástico condicional que mejorará la medición del riesgo de mercado en comparación con la utilización de la desviación estándar no condicional.
- Medir el riesgo de mercado en insumos para los combustibles considerados.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

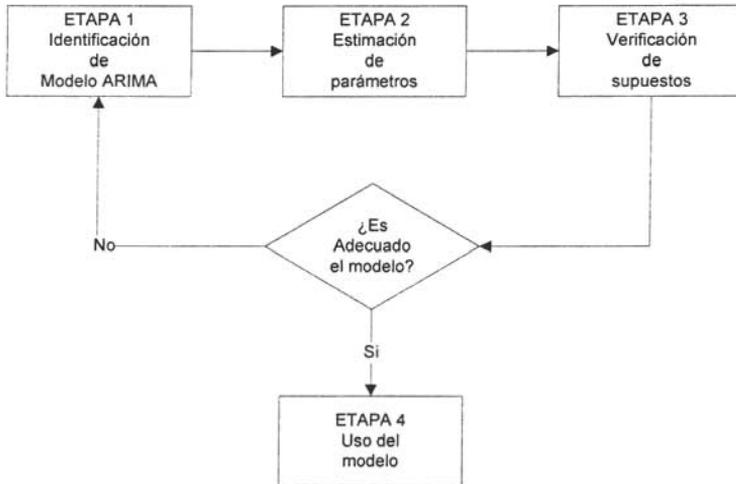


ANEXO A:
ESTIMACIÓN DE LA MEDIA Y LA
VARIANZA CONDICIONALES



Anexo A: Estimación de la media y la varianza condicionales

Para estimar la media condicional se utilizó modelos se series de tiempo univariadas aplicando la metodología desarrollada por Box y Jenkins. Se trabajó con sucesiones cronológicas de las cuales se obtuvieron las tasas de variación que presentan un comportamiento de proceso estocástico, según se pueden observar en las gráficas IV.1, IV.4 y IV.7 del capítulo IV. La metodología de Box y Jenkins consta de las siguientes etapas:



Identificación

Para el estudio propuesto en este trabajo de tesis es necesario realizar la estimación de la media y principalmente la varianza con la cual se puede determinar la volatilidad de una serie de tiempo económica; para ello existen diferentes modelos con los cuales es posible realizar una estimación de la volatilidad.

La media se modela según el comportamiento de la serie, si es una caminata aleatoria, generalmente se hace con la media o con un término autorregresivo más un choque aleatorio, pero si no existe un comportamiento de caminata aleatoria es posible emplear un modelo ARIMA (p, d, q):¹

¹ Es decir un modelo autorregresivo e integrado de promedios móviles.

$$\phi(B)\nabla^d T(Z_t) = \theta_0 + \theta(B)a_t$$

donde:

$$W_t = \nabla^d T(Z_t)$$

Donde $T(Z_t)$ representa la serie de tiempo, ∇^d es el operador de diferencia², $\phi(B)$ y $\theta(B)$ son los polinomios de retraso autorregresivo de orden p y de promedios móviles de orden q respectivamente, θ_0 representa un elemento determinista³ y a_t es un proceso de ruido blanco $\sim N(0, \sigma_a^2)$. Además el proceso W_t es estacionario e invertible⁴.

Generalmente en los modelos de regresión la varianza se supone constante, pero en ocasiones la variable objeto de estudio presenta una alta volatilidad y por consiguiente no se cumple la homocedasticidad. Surge así dos conceptos: la *varianza incondicional*, es decir la de largo plazo y, la *varianza condicional* la cual implica un periodo de corto plazo en donde su valor se ve acotado por los valores anteriores, y cuyo conocimiento es importante para evaluar el riesgo en algún activo.

Si se supone que la varianza no es constante y se propone el siguiente modelo:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde ε_t son los residuos del modelo, la varianza condicional sería:

$$\text{var}(y_{t+1} / y_t) = E_t(y_{t+1} - a_0 - a_1 y_t)^2 = E_t(\varepsilon_{t+1}^2)$$

Pero si en vez de suponer que $E_t(\varepsilon_{t+1}^2) = \sigma^2$, se supone que $\{\varepsilon_t^2\}$ sigue un proceso autorregresivo AR(q):

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + v_t$$

Donde v_t es ruido blanco. Si se da el caso que $\alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_p = 0$, entonces si se verificaria que $E_t(\varepsilon_{t+1}^2) = \sigma^2$, pero si por el contrario $\alpha_0 \neq \alpha_1 \neq \dots \neq \alpha_p \neq 0$, tenemos que:

$$\text{var}(y_{t+1} / y_t) = E(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p+1}^2)$$

² El operador de diferencia ∇ es el símbolo árabe *nabla*.

³ En la mayoría de las ocasiones $\theta_0 = 0$ se toma como supuesto fuerte, a menos de que después de la etapa de verificación se haga evidente su inclusión.

⁴ Más adelante se explican estos dos conceptos, en la cuadro de supuestos de los modelos.

Lo anterior da origen a lo que se conoce como modelos de varianza condicional autorregresiva (ARCH⁵ por sus siglas en inglés). El caso más sencillo es la especificación ARCH(1) propuesto por Robert F. Engle para las perturbaciones:

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2}$$

Donde v_t es ruido blanco y se cumple que $\sigma^2 = 1$, $\alpha_0 > 0$, y $0 < \alpha_1 < 1$. Además la varianza condicional h_t vendría dada por expresión:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

El modelo ARCH puede generalizarse para un número finito de retardos p para las perturbaciones y para la varianza:

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2}$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2$$

Tim Bollerslev extendió este tipo de modelos para el caso en que la varianza condicional siga un modelo ARMA(p, q), surgiendo así el modelo GARCH(p, q):

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{h_t}$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

Por lo que se puede entender que los modelos ARCH son caso especiales de modelos GARCH. Al igual que en la metodología Box-Jenkins, las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial serán útiles para determinar la especificación del modelo GARCH.

Estimación

El método que se utiliza para estimar los parámetros de los modelos ARMA y GARCH es el de máxima verosimilitud. El cual si se tiene el modelo ARIMA (p, d, q), para estimar los parámetros se requiere maximizar la función de verosimilitud:

⁵ Autoregressive conditional Heteroskedasticity.

⁶ Aunque en esta parte se utiliza el término h_t para denotar la varianza condicional, en resto de la consideración el utilizará σ_t^2 para indicarla.

$$L(\phi, \theta_0, \theta, \sigma_a^2 | W) = (2\pi)^{-(N-d-p)/2} \sigma_a^{-N+d+p} \exp\{-S(\phi, \theta_0, \theta) / 2\sigma_a^2\}$$

Box y Jenkins sugirieron para la estimación el algoritmo de Marquardt que es el que utilizan varios paquetes de cómputo estadístico⁷ y que permite obtener estimaciones puntuales e intervalos de confianza.

Cuadro A.1
Supuestos de los modelos ARIMA y GARCH utilizados para estimar la media y la varianza.

ARIMA	GARCH
<ul style="list-style-type: none"> ○ La serie a modelar debe ser un proceso estocástico, es decir, una colección de variables aleatorias ordenadas en el tiempo. ○ El proceso debe ser estacionario lo que implica media y varianza constante, aunque esto último puede ser relajado con la aplicación de un modelo GARCH. Además la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia o del rezago entre estos periodos de tiempo y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza. ○ El proceso es invertible lo que implica que las raíces de los coeficientes polinomios de retraso son menores que uno, pues de lo contrario se tendría un proceso autorregresivo explosivo. De igual manera las raíces de los coeficientes del polinomio de medias móviles no deben exceder la unidad, sino el proceso MA sería no invertible, difícil de interpretar y el proceso sería difícil de estimar y aún más de pronosticar. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Los residuales de la ecuación de la media condicional, que alimenta el modelo GARCH, redistribuye de manera normal con media cero y varianza σ_a^2. ○ Pare que el modelo sea estacionario, es decir, se que converja a un nivel de equilibrio, se requiere que: <ul style="list-style-type: none"> a) Los coeficientes estimados de los términos ARCH deben ser mayores o iguales a cero, al igual que los términos GARCH. b) La suma de los coeficientes ARCH y GARCH deben ser menores o iguales a uno.

Dicho algoritmo tiene como fundamento un desarrollo en serie de Taylor que linealiza α , condicionada en que se conocen los valores muestrales y los valores iniciales de los parámetros. Los valores iniciales se corregirán iterativamente con el objetivo de minimizar:

⁷ Un ejemplo de paquete estadístico que utiliza el algoritmo de Marquardt es EViews, software utilizado en la estimación de este estudio y lo utiliza tanto para modelos ARMA como los modelos GARCH, aunque también puede utilizar el algoritmo Berndt-Hall-Hall-Hausman si así se le indica.

$$S(\underline{\phi}, \underline{\theta}_0, \underline{\theta}) = \sum_{t=d+p+1}^N a_t^2 = \sum_{t=d+p+1}^N (W_t - \phi W_{t-1} - \dots - \phi_p W_{t-p} - \theta_0 + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q})^2$$

donde

$$\underline{\phi} = (\phi_1, \dots, \phi_p)' \text{ y } \underline{\theta} = (\theta_1, \dots, \theta_q)'$$

el proceso iterativo termina cuando se logra la “convergencia”, lo cual sucede por ejemplo, si el cambio relativo en cada parámetro no es mayor que un cierto valor pequeño fijado de antemano⁸.

A.1 Estimación para el coque de petróleo

Debido a la escasa información histórica disponible de los precios de coque de petróleo, solo fue posible obtener una serie de 159 observaciones semanales. De dicha serie se obtuvieron las tasas de variación⁹ creando la serie W_t con 158 observaciones, esta última fue dividida en dos partes, la primera con las observaciones 1 a 139 (del 08/Abr/02 al 07/Mar/05) para obtener la estimación del modelo y la segunda parte con las observaciones 140 a 149 (del 14/Mar/05 al 18/Jul/05) para evaluación del modelo.

Para poder estimar la media y la varianza de las tasas de variación del coque de petróleo se realizó las pruebas Dickey-Fuller y Ljung-Box, para determinar si la serie es un proceso estocástico estacionario y así poder aplicar un modelo de series de tiempo.

Cuadro A.2
Prueba de raíz unitaria Dickey Fuller Aumentada para el coque.

Prueba ¹⁾	Coef. δ ²⁾	t estimado	Valor crítico t		
			1%	5%	10%
$\nabla W_t = \alpha + \beta t + \delta W_{t-1} + \varepsilon_t$ ³⁾	-0.9947	-11.8569	-4.0259	-3.4427	-3.1460

1) La prueba considera 137 observaciones, donde $W_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})] * 100$.

2) el coeficiente $\delta = \rho - 1$ donde si $\rho = 1$ entonces existe una raíz unitaria

3) Según los criterios de Akaike y Schwartz la estimación es: $\nabla W_t = \underset{0.6037}{1.0314} + \underset{0.0001}{0.0001}t + \underset{-11.8569}{(-0.9947)}W_{t-1} + \varepsilon_t$

La prueba Dickey-Fuller, cuya hipótesis nula es que existe una raíz unitaria que evidenciaría que la serie es una caminata aleatoria y por lo tanto no estacionaria, indicó que

⁸ Guerrero, V. M., *Análisis Estadístico de series de tiempo económicas*, México, Thomson, 2ª edición, 2003, pp. 135-138.

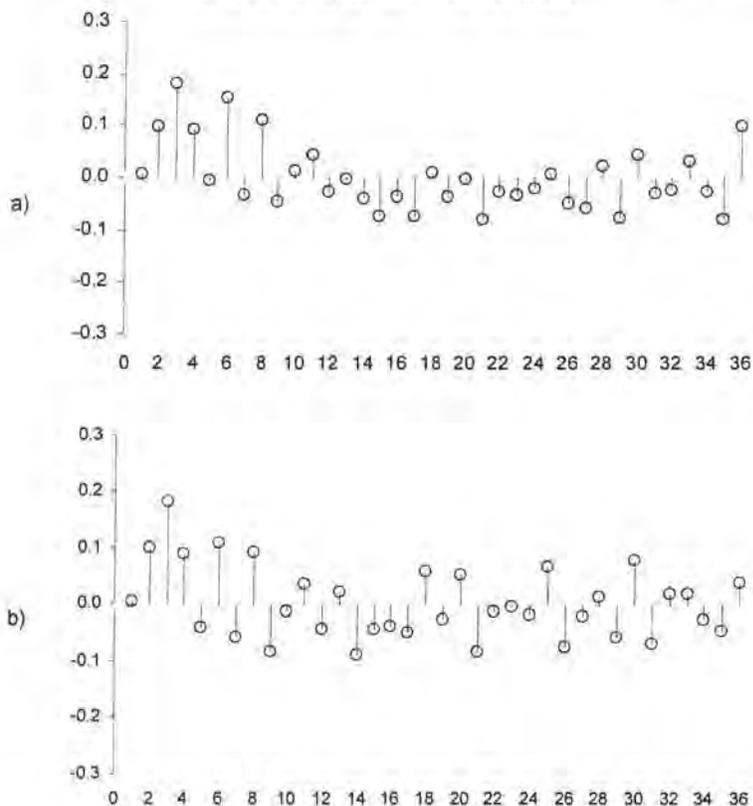
⁹ La tasa de variación r es $r = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})] * 100$, donde Z_t es una observación de la serie.

al obtenerse un valor de -11.9 en el valor del estadístico t , se excedió por mucho el área de aceptación de la hipótesis nula por lo que se rechaza (ver cuadro A.2).

El estadístico Q de Ljung-Box no evidenció suma de autocorrelaciones significativamente distintas de cero pero dado el tamaño de la muestra el resultado de la estimación puede tomarse con reservas por la poca consistencia que probablemente tenga para inferir el proceso real que genera la serie.

Posteriormente el análisis de la función autocorrelación muestral y de la función de autocorrelación parcial muestral (ver gráfica A.1) fueron utilizados, pareciendo en primera instancia la posibilidad de que la serie sigue un proceso ARMA(1, 1), sin embargo la estimación mostró que los coeficientes no eran estadísticamente significativos.

Gráfica I.1
Funciones de autocorrelación muestral (a) y autocorrelación parcial (b)
para las tasas de variación del coque.



La autocorrelación mostró que el rezago 3 y 6 en los coeficientes de ambas funciones de autocorrelación podrían ser diferentes de cero¹⁰ al estar cerca del límite del intervalo de 2 desviaciones estándar. Lo anterior dio motivo a elegir entre los siguientes procesos:

$$\begin{aligned}(1 - \phi B^3 - \phi B^6)W_t &= (1 - \theta_0 B^3 - \theta_1 B^6)\varepsilon_t \\ (1 - \phi B^6)W_t &= (1 - \theta B^6)\varepsilon_t\end{aligned}$$

donde W_t es la tasa de variación de los precios spot semanales.

En la gráfica IV.2 del capítulo IV se observa que históricamente la desviación estándar de la serie no ha sido constante, por lo que se decide estimar la varianza conjuntamente con la media observándose parámetros estadísticamente significativos en los siguientes dos sistemas de modelos:

$$\begin{aligned}(1 - \phi B^6)W_t &= (1 - \theta_0 B^6 - \theta_1 B^6)\varepsilon_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(1 - \phi B^6)W_t &= (1 - \theta B^6)\varepsilon_t \\ \ln \sigma_t^2 &= \varpi + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\end{aligned}$$

El primer sistema contiene un modelo GARCH(1,1), y el segundo se cuenta con un modelo EGARCH (1,1)¹¹ para estimar la varianza.

En el cuadro A.3 se puede apreciar el resultado de la estimación de los modelos anteriormente descritos, en los que ambos mostraron ser invertibles en los términos autorregresivos y de promedios móviles. Sin embargo, el modelo GARCH(1,1) no converge hacia el equilibrio y por lo tanto no es estacionario ya que los coeficientes son menores de cero (negativos), por lo tanto el primer modelo se descarta.

Un modelo EGARCH incorpora en su estimación la asimetría de la volatilidad en condiciones a la baja o al alza en los mercados lo cual se puede ver al considerar que el

¹⁰ La desviación estándar es: $\sigma = \sqrt{1/N} = 0.0822$.

¹¹ Originalmente el modelo de Daniel B. Nelson fue planteado como

$$\ln \sigma_t^2 = \varpi + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}, \text{ esto implica que } \varepsilon \text{ sigue una distribución de probabilidad de}$$

error generalizado, sin embargo paquetes estadísticos como Eviews suponen que se distribuye normalmente, por lo que la estimación se realiza según la ecuación supracitada.

coeficiente $\gamma \neq 0$. El efecto sobre la varianza de los residuales de la ecuación de la media condicional es de tipo exponencial y no cuadrático. Como el modelo se especifica en términos logarítmicos, lo que elimina los valores negativos, el modelo no impone ninguna restricción en los coeficientes. Adicionalmente se ha de suponer que los residuales del modelo EGARCH se distribuyen de manera normal, aunque en este caso existe al menos la tendencia hacia la normalidad lo cual se alcanzaría de poseer una muestra más grande.

Cuadro A.3
Resumen de resultados de estimación de la media y varianza
condicionales para el coque de petróleo.

		C. Ak.	C. Sch.	
(1)	$(1 - \phi B^6)W_t = (1 - \theta_0 B^6 - \theta_1 B^8)\varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$	GARCH	7.305297	7.435689
(2)	$(1 - \phi B^6)W_t = (1 - \theta B^6)\varepsilon_t$ $\ln \sigma_t^2 = \omega + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \alpha \left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$	EGARCH	7.111080	7.241471

	Estimación				$ \rho_s, r_s \neq 0$ > 1.96 σ	Q de resid. 36 g. l $\chi^2_{(95\%)}=50.998$	Estadísticos de los residuales	
	Coef.	D. E.	Est. z	Prob.				
(1)	ϕ	-0.485261	0.11	-4.54	0.00	19.7507	Media	0.0681
	θ_0	0.761922	0.07	11.42	0.00		Mediana	0.0397
	θ_1	0.266571	0.08	3.39	0.00		D. E.	1.0007
	α_0	159.132169	21.16	7.52	0.00		Asimetría	0.6525
	α_1	-0.023436	0.01	-3.10	0.00		Kurtosis	8.0761
	β	-0.922094	0.09	-10.43	0.00		Jarque-B	152.2280
	ARCH-LM(1) Est. F			0.4020				
(2)	ϕ	-0.710188	0.04	-19.94	0.00	33.1315	Media	0.0859
	θ	0.898687	0.03	28.44	0.00		Mediana	0.0407
	ω	0.494214	0.10	4.78	0.00		D. E.	1.0887
	β	0.933000	0.02	47.88	0.00		Asimetría	0.1499
	α	-0.297430	0.04	-7.38	0.00		Kurtosis	5.8452
	γ	-0.163987	0.03	-5.03	0.00		Jarque-B	45.3591
	ARCH-LM(1) Est. F			1.9042				

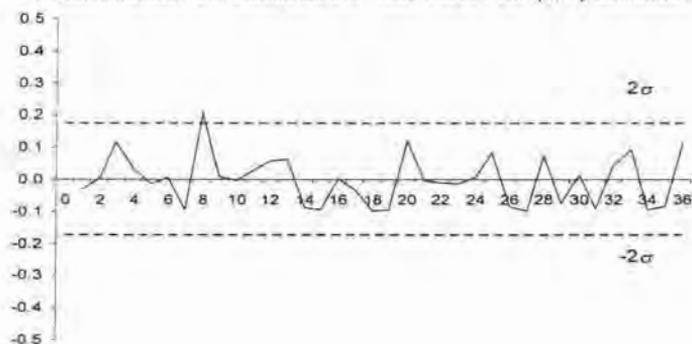
La verificación aplicada al modelo muestra que, considerando las observaciones en total, con el modelo estimó que la tasa de variación porcentual del precio del coque se encontró

dentro de un intervalo de confianza de 95% el 89% de ocasiones y dentro de un intervalo de 99% de confianza el 97% de las ocasiones (ver cuadro A.4).

Cuadro A.4
Verificación del modelo EGARCH

Modelo	Periodo de muestra	Periodo de evaluación	Total
Obs. consideradas	133	19	152
Fuera intervalo 95%	15	1	16
Eficiencia(%)	89	95	89
Fuera intervalo 99%	4	0	4
Eficiencia(%)	97	100	97

Gráfico A.2
Autocorrelación de residuales del modelo EGARCH(1, 1) estimado.



Cuadro A.5
Evaluación del pronóstico estático del precio del coque de petróleo en la costa del golfo en EUA*.

Raíz cuadrática media	2.151564
Error absoluto medio	1.328261
Error porcentual absoluto medio	10.834540
Coefficiente de desigualdad de Theil	0.063848
Proporción del sesgo	0.076333
Proporción de la varianza	0.025732
Proporción de covarianza	0.897935

* El periodo de evaluación consta de 19 observaciones.

I.2 Estimación para el combustóleo

Para el caso del combustóleo se obtuvo una muestra de 3021 observaciones de precios spot diarios de las cuales también se calcularon 3020 tasas de variación que constituyeron la serie W_t . Las primeras 2720 (del 19/Jul/93 al 13/May/04) de las tasas constituyeron la muestra para estimar el modelo y el resto 300 (del 14/May/04 al 26/Jul/05) se utilizaron para la evaluación del modelo.

La prueba Dickey Fuller Aumentada mostró que se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria (ver cuadro A.6), puesto que las pruebas definidas bajo los criterios de Akaike y Schwartz estimaron t 's superiores al los valores críticos significativos al 1%, 5% y 10%.

Cuadro A.6
Prueba de raíz unitaria Dickey Fuller Aumentada para el combustóleo.

Prueba ¹⁾	Coef. δ ²⁾	t estimado	Valor crítico t		
			1%	5%	10%
$\nabla W_t = \alpha + \beta t + \delta W_{t-1} + \sum_{i=1}^6 \lambda_i \nabla W_{t-i} + \varepsilon_t$ ³⁾	-0.5830	-16.0724	-3.9614	-3.4115	-3.1276
$\nabla W_t = \alpha + \beta t + \delta W_{t-1} + \lambda \nabla W_{t-1} + \varepsilon_t$ ⁴⁾	-0.6657	-28.7333	-3.9614	-3.4115	-3.1276

1) La prueba considera 2718 observaciones, donde $W_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})] * 100$

2) el coeficiente $\delta = \rho - 1$ donde si $\rho = 1$ entonces existe una raíz unitaria.

3) Prueba según el criterio de Akaike.

4) Prueba según el criterio de Schwartz

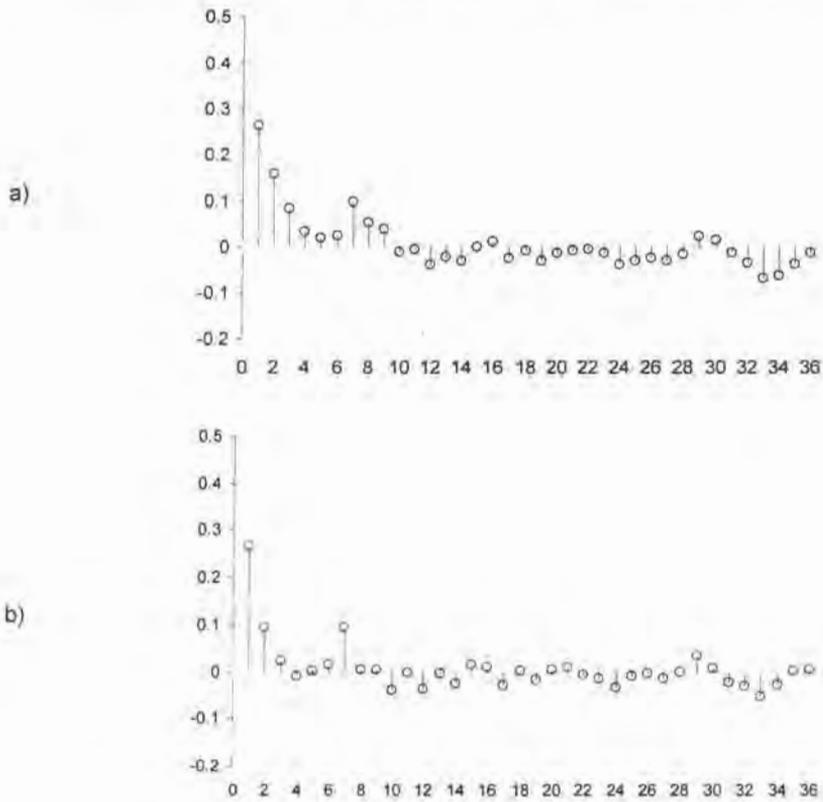
Cuadro A.7
Estadístico Q de Ljung-Box para las
tasas de variación del combustóleo

Rezago	Ljung-Box	Prob.	Valor crítico χ^2
Q(12)	326.7229	0.0000	21.0261
Q(24)	340.9505	0.0000	36.4150
Q(36)	384.0454	0.0000	50.9985

Con base en lo obtenido con el estadístico Q de Ljung-Box rebasó por mucho los valores críticos de la hipótesis nula de la prueba, y por lo tanto indicó que existe autocorrelación significativamente diferente de cero por lo que se procedió a identificar el proceso ARMA que mejor se apegue al comportamiento histórico de la serie estudiada.

Gráfica A.3

Funciones de autocorrelación muestral (a) y autocorrelación parcial (b) para las tasas de variación del combustóleo.



Según lo observado en las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial, se determinó el proceso ARMA siguiente:

$$(1 - \phi_0 B - \phi_1 B^7 - \phi_2 B^{33}) W_t = (1 - \theta B) \varepsilon_t$$

el cual mostró tener coeficientes significativos, y debido al tamaño robusto de la muestra se le aplicó la prueba de términos ARCH a los residuales con la siguiente ecuación:

$$\varepsilon^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \eta_t$$

La hipótesis nula de la no existencia de efectos ARCH consiste en que los coeficientes α_p son iguales a cero, los cuales al ser estimados por regresión mostraron ser significativos estadísticamente. Adicionalmente, la hipótesis estadística se comprueba contrastando el producto de R^2 y el número de observaciones (en este caso 43.74) y también el estadístico F (44.43) contra el valor del estadístico χ^2 con p grados de libertad (3.84), lo cual mostró el rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto existe evidencia para determinar que la varianza del modelo debe estimarse con un término ARCH.

La estimación se hizo con un modelo GARCH(1,1) y GARCH-M(1,1), este último se procede del modelo ARCH-M¹² introducido por Robert F. Engle, D. Lillien y R. Robbins inicialmente consistía en agregar la varianza condicional obtenida por un modelo GARCH(1.0) como variable exógena para estimar la media condicional:

$$\begin{aligned} \mu &= \beta + \delta \sigma_t^2 + \varepsilon_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_t^2 + \nu_t \end{aligned}$$

Sin embargo también se aplica una especificación variante, que consiste en utilizar la desviación estándar como variable independiente para la media, estimada a través de un GARCH(1.1) como se decidió hacer en este estudio:

$$\begin{aligned} W_t &= \phi W_{t-1} + \phi_1 W_{t-7} + \phi_2 \varepsilon_{t-33} + \theta \varepsilon_{t-1} + \delta \sigma_t + \varepsilon_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \nu_t \end{aligned}$$

El segundo modelo propuesto, que agrega la desviación estándar en la ecuación de la media condicional (ver cuadro A.8), sufre una muy ligera penalización de los criterios de Akaike y Schwartz, pero mejora las estadísticas de los residuales, disminuyendo la estimación de la desviación estándar de los mismos. Además el primer modelo muestra coeficientes autocorrelación significativos en los residuales en el rezago 12. Por otro lado la verificación de la confianza de los modelo muestra una eficiencia y desempeño similar (ver cuadro A.9). Por lo tanto, podría utilizarse uno u otro modelo, aun que en este caso se optó por el segundo modelo por el mejor resultado en los residuales obtenidos y la evaluación del pronóstico del precio para el periodo de evaluación (ver cuadro A.10).

¹² ARCH in Mean.

Cuadro A.8
Resumen de resultados de estimación de la media y varianza
condicionales para el combustible.

Mod.					C. Ak.	C. Sch.	
(1)	$(1 - \phi_0 B - \phi_1 B^7 - \phi_2 B^{33})W_t = (1 - \theta B)\varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$				GARCH(1,1)	3.7246	3.7400
(2)	$(1 - \phi_0 B - \phi_1 B^7 - \phi_2 B^{33})W_t = (1 - \theta B)\varepsilon_t + \delta \sigma_t$ $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$				GARCH-M (1,1)	3.7254	3.7430

Estimación					$ \rho_k, r_k \neq 0$ > 1.96σ	Q de resid. 36 g. l. $\chi^2_{(95\%)} = 50.998$	Estadísticos de los residuales		
	Coef.	D. E.	Est. z	Prob.					
(1)	ϕ_0	0.631235	0.054	11.747	0.000	$\rho_k = -0.04$ $r_k = -0.04$	25.2354	Media	0.0065
	ϕ_1	0.070102	0.017	4.166	0.000			Mediana	-0.0053
	ϕ_2	-0.035454	0.016	-2.171	0.030			D. E.	1.0000
	θ	-0.387883	0.068	-5.720	0.000			Asimetría	-0.3888
	α_0	0.416961	0.109	3.817	0.000			Kurtosis	10.3649
	α_1	0.122839	0.038	3.201	0.001			Jarque-B	6140.4780
	β	0.723749	0.061	11.933	0.000				
	ARCH-LM(1) Est. F			0.008917					
	R ² x Obs.			0.008924					
(2)	δ	0.068554	0.036	1.917	0.055			Media	-0.0610
	ϕ_0	0.622187	0.054	11.437	0.000			Mediana	-0.0739
	ϕ_1	0.070976	0.017	4.199	0.000			D. E.	0.9980
	ϕ_2	-0.035706	0.017	-2.161	0.031			Asimetría	-0.3533
	θ	-0.379287	0.068	-5.540	0.000			Kurtosis	10.2236
	α_0	0.453537	0.120	3.782	0.000			Jarque-B	5897.9550
	α_1	0.130401	0.040	3.241	0.001				
	β	0.702876	0.065	10.877	0.000				
	ARCH-LM(1) Est. F			0.016924					
	R ² x Obs.			0.016936					

Cuadro A.9
Verificación de los modelos GARCH y GARCH-M para combustóleo

Modelo	Periodo de muestra		Periodo de evaluación		Total	
	1	2	1	2	1	2
Obs.	2687	2687	300	300	2987	2987
Fuera intervalo 95%	193	195	28	28	221	223
Eficiencia (%)	92.8	92.7	90.7	90.7	92.6	92.5
Fuera intervalo 99%	95	95	12	12	107	107
Eficiencia (%)	96.5	96.5	96.0	96.0	96.4	96.4

Cuadro A.10
Evaluación del pronóstico estático del precio del combustóleo en la costa del golfo en EUA*

Modelo	1	2
Raíz cuadrática media	0.664151	0.664054
Error absoluto medio	0.466891	0.466714
Error porcentual absoluto medio	1.553212	1.552619
Coefficiente de desigualdad de Theil	0.010834	0.010833
Proporción del sesgo	0.000413	0.000429
Proporción de la varianza	0.000127	0.000111
Proporción de covarianza	0.999460	0.999460

* El periodo de evaluación consta de 300 observaciones.

1.3 Estimación para el diesel industrial

En el caso del diesel de uso industrial fue posible obtener una serie histórica de precios spot del mercado la costa del golfo de México en los Estado Unidos que consta de 2468 observaciones diarias, a partir de la cuales se obtuvieron 2467 tasas de variación y de las cuales aproximadamente el 90%, es decir 2220 (del 13/Sep/95 al 30/Jul/04) observaciones,

sirvieron para la estimación del modelo y las restantes 247 (del 02/Ago/04 al 26/Jul/05) fueron utilizadas para realizar la evaluación del modelo.

El estadístico t de la prueba Dickey-Fuller muestra que se puede rechazar la hipótesis de existencia de raíz unitaria puesto que excede por mucho los valores críticos significativos al 1%, 5% y 10%, por lo que podemos asumir la hipótesis alternativa de que las tasa de variación del diesel conforman una serie estacionaria (ver cuadro A.11).

Cuadro A.11
Prueba de raíz unitaria Dickey Fuller Aumentada para el diesel.

Prueba ¹⁾	Coef. δ ²⁾	t estimado	Valor crítico t		
			1%	5%	10%
$\nabla W_t = \alpha + \beta t + \delta W_{t-1} + \lambda \nabla W_{t-1} + \varepsilon_t$ ³⁾	-1.0677	-35.1134	-3.9622	-3.4118	-3.1278
$\nabla W_t = \alpha + \beta t + \delta W_{t-1} + \varepsilon_t$ ⁴⁾	-1.0248	-48.2438	-3.9622	-3.4118	-3.1278

1) La prueba considera 2718 observaciones, donde $H_t = [\ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})] * 100$.

2) el coeficiente $\delta = \rho - 1$ donde si $\rho = 1$ entonces existe una raíz unitaria.

3) Prueba según el criterio de Akaike

4) Prueba según el criterio de Schwartz.

El estadístico Q de Ljung-Box da evidencia de autocorrelación conjunta significativamente distinta de cero en la serie, por lo tanto hay elementos para creer un proceso de series de tiempo que podría generar el comportamiento de la serie (ver cuadro A.12).

Cuadro A.12
Estadístico Q de Ljung-Box para las
tasas de variación del diesel

Rezago	Ljung-Box	Prob.	Valor crítico χ^2
Q(12)	13.9615	0.3032	21.0261
Q(24)	41.3253	0.0153	36.4150
Q(36)	53.8851	0.0281	50.9985

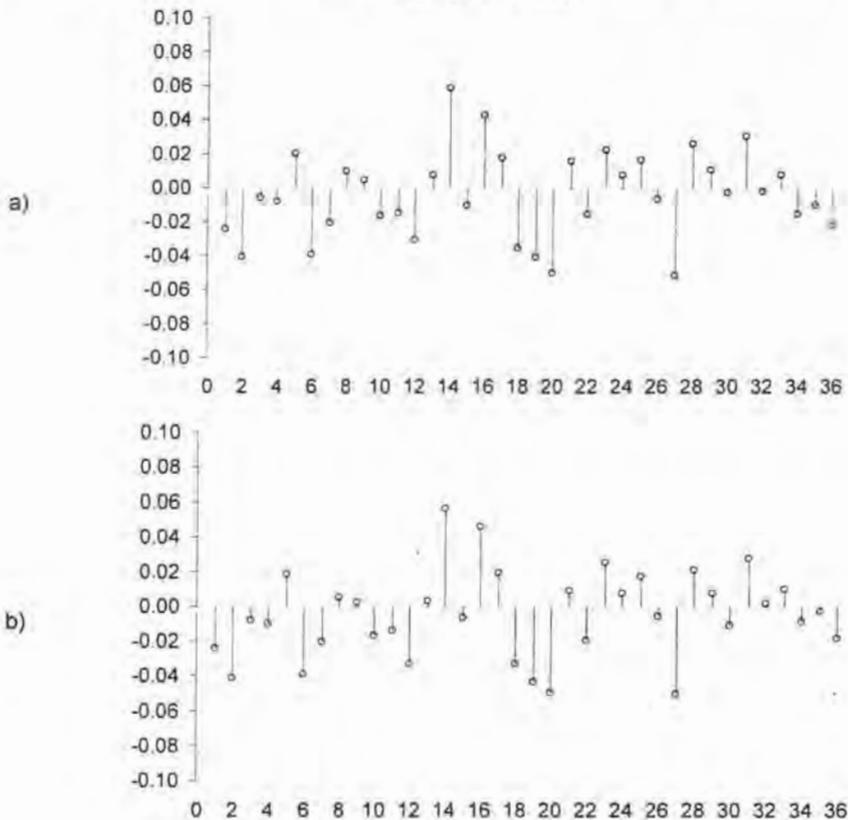
Conforme a lo obtenido en las funciones muestrales de autocorrelación y autocorrelación parcial (ver gráfica A.4), se optó primero por estimar una modelo ARMA(1,1) el cual mostró coeficiente significativos estadísticamente, más adelante se observaron coeficientes

de autocorrelación importantes en el rezago 14 y 19 por lo que se hicieron dos estimaciones: primero se estimó el modelo agregando dos términos de promedios móviles y otra estimación incluyó dos términos autorregresivos, siendo el último caso el que permitió obtener una menor desviación estándar en los residuales, y es así que se propuso el siguiente proceso:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_1 B^{14} - \phi_2 B^{19}) W_t = (1 - \theta B) \varepsilon_t$$

Gráfica A.4

Funciones de autocorrelación muestral (a) y autocorrelación parcial (b) para las tasas de variación del diesel.



del cual a los residuales obtenidos se les aplicó la prueba de términos ARCH:

$$\varepsilon^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \eta_t$$

donde los coeficientes mostraron tener significancia estadística. El producto de R^2 y el número de observaciones de 37.53 y el estadístico F de 38.15 excedieron el valor crítico de 3.84 de χ^2 , rechazándose así la hipótesis nula de la no existencia de términos ARCH en los residuales.

La estimación de la volatilidad de las tasas de variación del diesel industrial se hizo con un solo modelo puesto que es el único que mostró coeficientes significativos estadísticamente (ver cuadro A.13)

Cuadro A.13
Resumen de resultados de estimación de la media y varianza
condicionales para el combustible.

					C. Ak.	C.Sch.	
$(1 - \phi_0 B - \phi_1 B^{14} - \phi_2 B^{19})W_t = (1 - \theta B)\varepsilon_t$					GARCH(1,1)	4.6763	4.6945
$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$							
Estimación					$ \rho_k, r_k \neq 0$ > 1.96 σ	Q de resid. 36 g. l. $\chi^2_{(95\%)} = 50.998$	Estadísticos de los residuales
	Coef.	D. E.	Est. z	Prob.			
ϕ_0	0.537465	0.183	2.935	0.003	24.3415	Media	0.0265
ϕ_1	0.039961	0.019	2.124	0.034		Mediana	0.0263
ϕ_2	-0.041782	0.019	-2.187	0.029		D. E.	0.9994
θ	-0.578896	0.177	-3.270	0.001		Asimetría	-0.0934
α_0	0.171221	0.064	2.670	0.008		Kurtosis	4.0164
α_1	0.056230	0.016	3.459	0.001		Jarque-B	97.9419
β	0.919047	0.022	41.450	0.000			
ARCH-LM(1) Est. F			2.954053				
R ² xObs.			5.900303				

Con base en el cuadro A.13 se puede observar que los coeficientes para términos ARCH y GARCH en suma no exceden la unidad por lo que cumplen el requisito para que la varianza condicional pueda converger a la varianza de largo plazo. Por otro lado, es importante señalar el resultado del test ARCH en el cual en el producto de R^2 y el número de observaciones excede el valor crítico de 3.84 de χ^2 con p grados de libertad con 95% de confianza, sin embargo, la estimación de un modelo GARCH(2,1) arroja un coeficiente negativo en el segundo término ARCH cosa que violaría los supuestos del modelo, por ello

se determino que con 99% de confianza estadística ($\chi^2 = 6.63$) no se rechaza la hipótesis nula de no existencia de términos ARCH.

Cuadro A.14
Verificación del modelo GARCH para el diesel.

	Periodo de muestra	Periodo de evaluación	Total
Obs. consideradas	2201	247	2448
Fuera intervalo 95%	121	12	133
Eficiencia (%)	94.5	95.1	94.6
Fuera intervalo 99%	35	4	39
Eficiencia (%)	98.4	98.4	98.4

La verificación de la confianza realizada al modelo indica una eficiencia del modelo de 94.6% de las variaciones porcentuales en el precio pudieron ser previstas con un intervalo de 95% confianza estadística, y 98.4% con un intervalo de 99% de confianza. Por su otro lado el pronóstico estático del precio del diesel también puede apreciarse en el cuadro A.15.

Cuadro A.15
Evaluación del pronóstico estático del precio del diesel industrial en la costa del golfo en EUA*.

Raíz cuadrática media	1.509178
Error absoluto medio	1.171681
Error porcentual absoluto medio	2.013328
Coefficiente de desigualdad de Theil	0.012628
Proporción del sesgo	0.003063
Proporción de la varianza	0.000006
Proporción de covarianza	0.996931

* El periodo de evaluación consta de 247 observaciones.



ANEXO B: FACTORES DE CONVERSIÓN



Unidad base	Factor de conversión
1 barril	42 galones
1 galón	3.785412 litros
1 barril	158.987304 litros
1 litro	0.006290 barriles
1 caloría	4.186800 joules

Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

Prefijos métricos		Múltiplos
E Exa	=	10^{18}
P Peta	=	10^{15}
T Tera	=	10^{12}
G Giga	=	10^9
M Mega	=	10^6
k Kilo	=	10^3

Fuente: Balance Nacional de Energía 2003, Sener.

México, poderes caloríficos netos y equivalencias, 1995-2003

	Unidades	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Petróleo crudo	(MJ/b)	5,814	5,811	5,860	5,856	5,988	6,005	5,968	5,863	5,875
Combustóleo	(MJ/b)	6,423	6,394	6,397	6,392	6,392	6,392	6,392	6,392	6,189
Coque de petróleo	(MJ/t)	29,692	30,920	31,185	31,732	31,672	31,672	29,631	30,675	30,675
Diesel	(MJ/b)	5,794	5,723	5,731	5,729	5,729	5,729	5,561	5,561	5,578

Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 2003, Sener.



ANEXO C:

**PRECIOS Y ESTIMACIONES DE LA MEDIA,
VARIANZA Y EL VaR**



C.1 Precio de referencia del combustible.
 Nota: El precio de referencia es el de la Cota de Golfo en EUA, con contenido de azufre de 1%
 (1) Precios (dólares por barril)

Fuente: EIA, U.S. Department of Energy

Fecha	(1)														
16Jul92	14 1288	06Dic92	10 8780	02May94	13 1292	19Sep94	12 1296	06Feb95	13 9998	25Jun95	15 1284	13Nov95	13 6290	05Ago96	17 8794
19Jul92	14 1478	07Dic92	10 8780	04May94	12 9782	20Sep94	12 1296	07Feb95	14 1208	27Jun95	15 1284	14Ago95	13 6290	08Ago96	18 1314
20Jul92	14 1478	08Dic92	10 8780	05May94	12 8814	21Sep94	12 1296	08Feb95	14 2508	28Jun95	15 1284	19Nov95	13 6290	10Ago96	18 1314
21Jul92	13 6290	09Dic92	10 8780	06May94	12 8294	22Sep94	12 1296	09Feb95	14 1208	29Jun95	15 1284	20Nov95	13 6290	11Ago96	18 2490
22Jul92	13 6290	10Dic92	10 7520	07May94	12 6294	23Sep94	12 2514	10Feb95	14 4884	30Jun95	15 1284	21Nov95	13 6290	12Ago96	18 1290
23Jul92	13 4884	13Dic92	10 7520	08May94	12 7512	26Sep94	12 3816	13Feb95	14 7504	03Jul95	15 1284	20Nov95	14 0280	15Ago96	18 6312
24Jul92	13 4884	14Dic92	10 7520	09May94	12 8814	27Sep94	12 3816	14Feb95	14 8808	05Jul95	14 7504	21Nov95	14 0280	16Ago96	18 6312
27Jul92	13 4884	17Dic92	10 7520	11May94	13 3812	28Sep94	12 3816	15Feb95	14 2508	06Jul95	14 7504	22Nov95	14 0280	17Ago96	18 1314
28Jul92	13 4884	18Dic92	10 7520	12May94	13 7504	29Sep94	12 3816	16Feb95	14 9982	07Jul95	14 4816	24Nov95	14 0280	18Ago96	18 2490
29Jul92	13 4884	19Dic92	10 9998	13May94	13 8810	30Sep94	12 3816	17Feb95	14 9982	14Jul95	14 3608	27Nov95	14 0280	19Ago96	18 2490
30Jul92	13 4884	20Dic92	10 9998	14May94	13 8810	03Oct94	12 9990	20Feb95	14 9982	11Jul95	14 3608	28Nov95	14 0280	22Ago96	19 2490
02Ago92	13 4884	21Dic92	10 9998	17May94	13 8810	04Oct94	12 9990	21Feb95	15 1284	12Jul95	14 3608	29Nov95	14 0280	23Ago96	19 2490
03Ago92	13 4884	22Dic92	10 9998	18May94	13 7504	05Oct94	12 9990	22Feb95	15 1284	13Jul95	14 3608	30Nov95	14 0280	24Ago96	19 2490
04Ago92	13 4884	23Dic92	10 9998	19May94	13 7504	06Oct94	12 9990	23Feb95	15 1284	14Jul95	14 3608	01Dic95	14 0280	25Ago96	19 2490
05Ago92	13 4884	24Dic92	10 1300	20May94	13 7504	07Oct94	13 3812	24Feb95	15 1284	17Jul95	14 0280	04Dic95	14 4884	26Ago96	19 2490
06Ago92	13 1296	25Dic92	13 1300	23May94	13 8810	10Oct94	13 7508	27Feb95	15 1284	18Jul95	13 6290	05Dic95	14 6286	29Ago96	19 6308
09Ago92	13 1296	28Dic92	13 1300	24May94	13 8810	11Oct94	14 1288	28Feb95	15 1284	19Jul95	13 6290	06Dic95	14 6286	30Ago96	19 6308
10Ago92	13 1296	30Dic92	13 3820	25May94	13 8810	12Oct94	14 6286	01Mar95	15 1284	20Jul95	13 6290	07Dic95	14 6286	01Sep96	17 4884
11Ago92	13 0284	03Ene94	13 3820	26May94	13 8810	13Oct94	14 6286	02Mar95	15 1284	21Jul95	13 6290	08Dic95	15 1284	02Sep96	17 4884
12Ago92	13 0284	04Ene94	13 3820	27May94	13 8810	14Oct94	14 6286	03Mar95	15 1284	24Jul95	13 6290	11Dic95	15 6286	03Sep96	17 4884
13Ago92	13 0284	05Ene94	13 3820	28May94	13 8810	15Oct94	14 6286	04Mar95	15 1284	25Jul95	13 6290	12Dic95	15 6286	04Sep96	17 4884
15Ago92	13 1292	06Ene94	14 6286	01Jun94	13 8810	18Oct94	14 3608	07Mar95	15 1284	26Jul95	13 6290	13Dic95	15 6286	07Sep96	17 4884
17Ago92	13 1292	07Ene94	14 6286	02Jun94	14 1288	19Oct94	14 3608	08Mar95	15 1284	27Jul95	13 6290	14Dic95	15 6286	08Sep96	17 4884
18Ago92	12 8814	10Ene94	14 6286	03Jun94	14 3608	20Oct94	14 6286	09Mar95	15 1284	28Jul95	13 6290	15Dic95	15 6286	09Sep96	17 4884
19Ago92	12 8814	11Ene94	14 6286	04Jun94	14 3608	21Oct94	14 6286	10Mar95	15 1284	31Jul95	13 6290	16Dic95	15 6286	10Sep96	17 4884
20Ago92	13 1292	12Ene94	14 6286	05Jun94	14 3608	24Oct94	14 6286	11Mar95	15 1284	01Ago95	13 6290	17Dic95	15 6286	13Sep96	17 4884
22Ago92	13 1292	13Ene94	14 9984	06Jun94	14 1288	25Oct94	14 1288	14Mar95	15 1284	02Ago95	13 6290	20Dic95	15 6286	14Sep96	17 4884
24Ago92	13 1292	14Ene94	14 1296	07Jun94	14 1288	26Oct94	15 1284	15Mar95	15 1284	03Ago95	13 6290	21Dic95	15 6286	15Sep96	17 4884
25Ago92	13 1292	17Ene94	14 1296	10Jun94	14 1288	27Oct94	15 1284	16Mar95	14 9286	04Ago95	13 6290	22Dic95	15 6286	16Sep96	17 4884
27Ago92	13 2202	18Ene94	14 1296	11Jun94	14 4884	28Oct94	14 9286	17Mar95	14 9286	05Ago95	13 6290	23Dic95	15 6286	17Sep96	17 4884
27Ago92	13 3812	19Ene94	14 3816	14Jun94	14 2508	31Oct94	14 9286	20Mar95	14 9286	06Ago95	13 6290	24Dic95	15 6286	20Sep96	17 4884
30Ago92	13 3812	20Ene94	14 3816	15Jun94	14 7504	01Nov94	14 4884	21Mar95	14 2296	09Ago95	13 6290	26Dic95	15 6286	20Sep96	17 4884
31Ago92	13 3812	21Ene94	14 3816	16Jun94	14 7504	02Nov94	14 4884	22Mar95	14 2296	10Ago95	13 6290	29Dic95	15 6286	20Sep96	17 4884
01Sep92	13 3812	24Ene94	14 9984	17Jun94	14 9982	03Nov94	14 4884	23Mar95	14 2296	11Ago95	13 6290	30Dic95	15 6286	20Sep96	17 4884
02Sep92	13 3812	25Ene94	14 1296	20Jun94	14 9984	04Nov94	14 3608	24Mar95	14 1288	14Ago95	13 6290	31Dic95	15 6286	20Sep96	17 4884
03Sep92	13 3812	26Ene94	14 1296	21Jun94	14 9982	07Nov94	14 3608	27Mar95	14 1288	15Ago95	13 6290	01Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
07Sep92	13 3812	27Ene94	14 3816	22Jun94	15 1284	08Nov94	14 3608	28Mar95	14 0280	16Ago95	13 6290	02Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
08Sep92	13 3812	28Ene94	14 9984	23Jun94	15 1284	09Nov94	14 3608	29Mar95	14 0280	17Ago95	13 6290	03Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
09Sep92	13 3812	29Ene94	14 9984	24Jun94	15 1284	10Nov94	14 3608	30Mar95	14 0280	18Ago95	13 6290	04Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
10Sep92	13 3812	30Ene94	14 9984	25Jun94	15 1284	11Nov94	14 3608	31Mar95	14 2800	21Ago95	13 6290	05Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
13Sep92	13 3812	01Feb94	14 2508	28Jun94	15 1284	14Nov94	14 9984	03Apr95	14 2800	22Ago95	13 6290	06Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
14Sep92	13 3812	02Feb94	14 2508	29Jun94	15 1284	15Nov94	14 9984	04Apr95	14 2800	23Ago95	13 6290	07Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
16Sep92	13 3812	03Feb94	14 2508	30Jun94	15 1284	16Nov94	14 9984	05Apr95	14 2800	24Ago95	13 6290	08Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
18Sep92	13 3812	04Feb94	14 2508	01Jul94	14 9982	17Nov94	14 9984	06Apr95	14 6286	25Ago95	13 6290	09Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
19Sep92	13 3812	07Feb94	14 2508	02Jul94	14 9982	18Nov94	14 9984	07Apr95	14 6286	28Ago95	13 6290	10Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
20Sep92	13 3812	08Feb94	14 2508	03Jul94	15 1284	18Nov94	14 9984	07Apr95	14 6286	28Ago95	13 6290	11Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
21Sep92	13 3812	09Feb94	14 2508	04Jul94	15 1284	19Nov94	14 9984	08Apr95	14 6286	29Ago95	13 6290	12Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
22Sep92	13 3812	10Feb94	14 2508	05Jul94	15 1284	20Nov94	14 9984	09Apr95	14 6286	30Ago95	13 6290	13Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
23Sep92	13 3812	11Feb94	14 2508	06Jul94	15 1284	21Nov94	14 9984	10Apr95	14 6286	01Sep95	13 6290	14Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
24Sep92	13 3812	14Feb94	14 2508	09Jul94	15 1284	24Nov94	14 9984	13Apr95	14 6286	04Sep95	13 6290	15Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
25Sep92	13 3812	15Feb94	14 2508	10Jul94	15 1284	25Nov94	14 9984	14Apr95	14 6286	05Sep95	13 6290	16Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
27Sep92	13 3812	16Feb94	14 2508	13Jul94	15 1284	28Nov94	14 9984	17Apr95	14 6286	08Sep95	13 6290	17Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
28Sep92	13 3812	17Feb94	14 2508	14Jul94	15 1284	29Nov94	14 9984	18Apr95	14 6286	09Sep95	13 6290	18Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
29Sep92	13 3812	18Feb94	14 2508	15Jul94	15 1284	30Nov94	14 9984	19Apr95	14 6286	10Sep95	13 6290	19Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
30Sep92	13 3812	19Feb94	14 2508	16Jul94	15 1284	01Dic94	14 9984	20Apr95	14 6286	11Sep95	13 6290	20Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
01Oct92	13 3812	20Feb94	14 2508	17Jul94	15 1284	02Dic94	14 9984	21Apr95	14 6286	12Sep95	13 6290	21Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
02Oct92	13 3812	21Feb94	14 2508	18Jul94	15 1284	03Dic94	14 9984	22Apr95	14 6286	13Sep95	13 6290	22Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
03Oct92	13 3812	24Feb94	14 2508	19Jul94	15 1284	04Dic94	14 9984	23Apr95	14 6286	14Sep95	13 6290	23Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
04Oct92	13 3812	25Feb94	14 2508	20Jul94	15 1284	05Dic94	14 9984	24Apr95	14 6286	15Sep95	13 6290	24Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
05Oct92	13 3812	26Feb94	14 2508	21Jul94	15 1284	06Dic94	14 9984	25Apr95	14 6286	16Sep95	13 6290	25Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
06Oct92	13 3812	27Feb94	14 2508	22Jul94	15 1284	07Dic94	14 9984	26Apr95	14 6286	17Sep95	13 6290	26Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
07Oct92	13 3812	28Feb94	14 2508	23Jul94	15 1284	08Dic94	14 9984	27Apr95	14 6286	18Sep95	13 6290	27Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
08Oct92	13 3812	29Feb94	14 2508	24Jul94	15 1284	09Dic94	14 9984	28Apr95	14 6286	19Sep95	13 6290	28Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
09Oct92	13 3812	01Mar94	14 2508	25Jul94	15 1284	10Dic94	14 9984	29Apr95	14 6286	20Sep95	13 6290	29Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
10Oct92	13 3812	04Mar94	14 2508	28Jul94	15 1284	13Dic94	14 9984	30Apr95	14 6286	23Sep95	13 6290	30Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
12Oct92	13 3812	05Mar94	14 2508	29Jul94	15 1284	14Dic94	14 9984	01May95	14 6286	24Sep95	13 6290	31Ene96	15 6286	20Sep96	17 4884
13Oct92															

Fecha	(1)														
13Nov00	30.7482	18Apr01	24.4908	17Sep01	24.2508	19Feb02	16.4812	22Jul02	21.9996	20Dic02	27.6318	27May03	27.0732	27Oct03	28.5012
13Nov00	31.7520	17Abr01	24.7568	18Sep01	24.2508	20Feb02	16.4812	23Jul02	21.9996	24Dic02	27.6318	28May03	26.2920	27Oct03	28.5012
13Nov00	31.2480	18Apr01	24.3816	18Sep01	23.2512	21Feb02	15.4812	24Jul02	23.3818	26Dic02	27.6318	29May03	26.2920	27Oct03	28.5012
13Nov00	31.5008	18Apr01	24.3816	18Sep01	24.2508	21Feb02	16.4812	24Jul02	23.3818	26Dic02	27.6318	29May03	26.2920	27Oct03	28.5012
17Nov00	31.5000	20Apr01	24.3816	21Sep01	23.2512	25Feb02	16.1200	25Jul02	23.3818	30Dic02	26.5012	02Jun03	26.7498	31Oct03	28.1316
20Nov00	31.6302	23Apr01	23.9988	24Sep01	18.5010	26Feb02	16.3800	25Jul02	22.3818	31Dic02	26.8732	03Jun03	26.7498	03Nov03	27.8796
21Nov00	31.6302	24Apr01	23.9988	25Sep01	18.2490	27Feb02	16.6488	30Jul02	22.9992	02Ene03	28.8732	04Jun03	26.7498	04Nov03	27.8796
22Nov00	31.6302	25Apr01	23.4998	26Sep01	18.2490	28Feb02	16.6488	31Jul02	22.9992	03Ene03	28.1732	05Jun03	26.7498	05Nov03	27.8796
24Nov00	31.6302	26Apr01	23.7510	27Sep01	18.2490	01Mar02	17.1316	01Ago02	22.3818	05Ene03	29.1312	06Jun03	26.7498	06Nov03	27.7494
27Nov00	31.6800	27Apr01	23.7510	28Sep01	19.5006	04Mar02	17.6316	02Ago02	22.2512	07Ene03	29.1312	09Jun03	26.7498	09Nov03	27.7494
28Nov00	31.6302	30Apr01	23.4990	01Oct01	19.5006	05Mar02	18.0012	05Ago02	23.3814	08Ene03	28.3794	10Jun03	26.9808	10Nov03	27.7494
29Nov00	31.6302	01May01	23.7510	02Oct01	19.7488	06Mar02	18.5010	06Ago02	23.3814	09Ene03	29.1312	11Jun03	27.4806	11Nov03	27.7494
30Nov00	30.7482	03May01	23.4998	04Oct01	18.7678	07Mar02	19.5010	07Ago02	23.3814	10Ene03	28.8008	12Jun03	27.4806	12Nov03	27.7494
01Dic00	29.5008	03May01	23.7510	04Oct01	18.5010	08Mar02	18.5010	08Ago02	23.8812	13Ene03	30.6308	13Jun03	26.8008	13Nov03	27.5016
04Dic00	29.7488	04May01	23.7510	05Oct01	18.5010	11Mar02	18.8790	09Ago02	24.2508	14Ene03	31.3782	14Jun03	27.2498	14Nov03	27.5016
05Dic00	29.7488	07May01	23.7510	08Oct01	19.5008	12Mar02	18.7488	12Ago02	24.8288	15Ene03	31.7520	17Jun03	27.2498	17Nov03	27.0016
06Dic00	29.7488	08May01	23.7510	09Oct01	18.7488	13Mar02	18.7488	13Ago02	24.8288	16Ene03	31.7520	18Jun03	27.2498	18Nov03	27.1200
07Dic00	29.7488	09May01	23.7510	10Oct01	18.7488	14Mar02	18.0008	14Ago02	24.3810	17Ene03	32.4998	19Jun03	27.2498	19Nov03	26.2508
09Dic00	29.7488	10May01	23.7510	11Oct01	19.5006	15Mar02	19.0008	15Ago02	24.3810	21Ene03	32.1300	20Jun03	27.3798	20Nov03	26.2508
11Dic00	29.7488	11May01	23.7510	12Oct01	19.0008	18Mar02	19.0008	16Ago02	24.7908	22Ene03	31.7520	23Jun03	27.3798	21Nov03	26.2508
12Dic00	29.2488	14May01	23.7510	15Oct01	18.5010	19Mar02	19.6914	17Ago02	24.3810	23Ene03	31.2480	24Jun03	27.5882	24Nov03	25.2504
12Dic00	29.2488	15May01	23.7510	16Oct01	18.7488	20Mar02	19.7484	20Ago02	24.2508	24Ene03	31.2480	25Jun03	27.8796	25Nov03	25.7502
14Dic00	28.7498	16May01	23.7510	17Oct01	18.2490	21Mar02	20.7480	21Ago02	24.2508	27Ene03	31.2480	28Jun03	27.8796	28Nov03	25.7502
15Dic00	28.2482	17May01	23.7510	18Oct01	18.0012	22Mar02	20.7480	22Ago02	24.1200	28Ene03	31.5000	27Jun03	28.2492	01Dic00	25.7502
18Dic00	28.2482	18May01	23.7510	19Oct01	18.0012	25Mar02	20.7480	23Ago02	24.1200	29Ene03	32.2518	30Jun03	28.3794	02Dic00	25.7502
18Dic00	28.2482	19May01	23.7510	20Oct01	18.0012	26Mar02	20.7480	24Ago02	24.1200	30Ene03	32.2518	01Jul03	28.3794	03Dic00	25.7502
20Dic00	25.4982	22May01	23.8812	23Oct01	18.0012	27Mar02	20.7480	27Ago02	25.1288	31Ene03	32.6298	02Jul03	29.2488	04Dic00	25.6284
21Dic00	25.4982	23May01	23.8812	24Oct01	18.0012	28Mar02	21.1302	28Ago02	25.1288	03Feb03	31.9988	03Jul03	29.2488	05Dic00	25.6284
22Dic00	24.2508	24May01	23.4990	25Oct01	17.7492	01Abr02	21.9996	29Ago02	26.1288	04Feb03	32.2518	07Jul03	29.4798	08Dic00	25.3988
26Dic00	24.2508	28May01	23.4990	29Oct01	18.0012	04Abr02	23.7510	02Sep02	26.1288	07Feb03	32.2518	10Jul03	29.4798	11Dic00	25.3988
27Dic00	25.2504	29May01	22.7514	30Oct01	17.0016	05Abr02	23.9988	03Sep02	26.1288	08Feb03	32.2518	09Jul03	29.4798	10Dic00	25.3988
28Dic00	25.2504	30May01	22.7514	31Oct01	18.7498	06Abr02	23.3814	04Sep02	24.1200	07Feb03	32.6298	10Jul03	30.2484	11Dic00	25.3988
29Dic00	28.7502	31May01	22.7514	01Nov01	18.7498	07Abr02	23.1294	05Sep02	24.3810	10Feb03	33.9982	11Jul03	30.4794	12Dic00	25.4982
02Ene01	24.7508	01Jun01	22.7514	01Nov01	18.5010	08Abr02	23.6292	06Sep02	24.8288	11Feb03	33.7512	14Jul03	30.4794	15Dic00	25.3988
03Ene01	25.2504	02Jun01	22.7514	02Nov01	18.0012	09Abr02	23.3814	07Sep02	25.1288	12Feb03	33.7512	15Jul03	30.4794	16Dic00	25.3988
04Ene01	25.4982	05Jun01	22.7514	03Nov01	18.2498	10Abr02	23.2512	08Sep02	25.1288	13Feb03	33.7512	16Jul03	30.1014	17Dic00	25.7502
05Ene01	27.5016	06Jun01	20.7480	06Nov01	18.2498	11Abr02	22.8298	11Sep02	25.1288	14Feb03	33.4982	17Jul03	29.7498	18Dic00	26.2508
06Ene01	27.5016	07Jun01	19.7488	07Nov01	18.2498	12Abr02	20.6304	12Sep02	25.1288	16Feb03	33.4982	19Jul03	29.7498	19Dic00	26.2508
09Ene01	27.5016	10Jun01	18.7488	08Nov01	18.7488	13Abr02	21.7518	13Sep02	25.3808	19Feb03	33.4982	21Jul03	29.7498	22Dic00	26.9808
10Ene01	27.5016	11Jun01	20.7480	09Nov01	18.7488	16Abr02	21.0000	16Sep02	25.4982	20Feb03	34.1292	22Jul03	28.7480	23Dic00	26.9808
11Ene01	27.5016	12Jun01	20.7480	10Nov01	18.2498	17Abr02	22.4984	17Sep02	25.4982	21Feb03	34.1292	23Jul03	28.9800	24Dic00	26.9808
12Ene01	27.7484	13Jun01	21.4988	13Nov01	18.3488	18Abr02	22.3818	18Sep02	25.4982	24Feb03	34.2510	24Jul03	29.7480	29Dic00	26.7500
16Ene01	27.7484	14Jun01	22.2518	14Nov01	18.7500	19Abr02	22.8816	19Sep02	25.4982	25Feb03	34.4984	25Jul03	28.8008	30Dic00	26.7500
17Ene01	28.5012	15Jun01	21.9998	15Nov01	18.7500	22Abr02	22.8816	20Sep02	25.4982	26Feb03	34.2510	28Jul03	28.8008	31Dic00	26.7500
18Ene01	28.7490	16Jun01	21.9998	16Nov01	18.2508	23Abr02	22.2518	23Sep02	25.9880	27Feb03	38.2494	29Jul03	28.8008	02Ene01	26.2020
18Ene01	28.7490	17Jun01	21.9998	16Nov01	18.2508	23Abr02	22.2518	23Sep02	25.9880	27Feb03	38.2494	29Jul03	28.8008	02Ene01	26.2020
18Ene01	28.7490	18Jun01	21.9998	16Nov01	18.2508	23Abr02	22.2518	23Sep02	25.9880	27Feb03	38.2494	29Jul03	28.8008	02Ene01	26.2020
18Ene01	28.7490	19Jun01	21.9998	16Nov01	18.2508	23Abr02	22.2518	23Sep02	25.9880	27Feb03	38.2494	29Jul03	28.8008	02Ene01	26.2020
22Ene01	29.2488	20Jun01	21.4988	20Nov01	18.7500	25Abr02	21.8300	25Sep02	26.2500	03Mar03	39.7488	31Jul03	28.8008	07Ene01	26.7500
23Ene01	29.2488	21Jun01	21.4988	21Nov01	18.4980	26Abr02	21.9998	26Sep02	25.9880	04Mar03	39.7488	01Ago03	28.4802	08Ene01	26.7500
24Ene01	29.2488	22Jun01	22.9992	25Nov01	19.5000	29Abr02	22.2518	27Sep02	26.2500	05Mar03	39.7488	04Ago03	26.2482	09Ene01	26.7500
25Ene01	29.2488	25Jun01	23.8812	27Nov01	19.5000	30Abr02	22.2518	30Sep02	26.2500	06Mar03	40.0308	05Ago03	26.2484	12Ene01	26.8008
26Ene01	28.7490	26Jun01	23.2512	28Nov01	19.5000	01May02	22.2518	01Oct02	28.7488	07Mar03	40.8008	06Ago03	26.2484	13Ene01	26.8008
26Ene01	28.7490	27Jun01	23.2512	29Nov01	18.7500	02May02	21.7500	02Oct02	28.7488	08Mar03	40.8008	07Ago03	26.2484	14Ene01	26.8008
30Ene01	28.5012	29Jun01	22.7514	30Nov01	18.0000	03May02	22.2518	03Oct02	28.7488	11Mar03	40.8008	08Ago03	26.2014	15Ene01	26.8008
31Ene01	27.2488	30Jun01	21.7518	01Dic01	18.7498	06May02	22.2518	04Oct02	28.8000	12Mar03	41.5000	11Ago03	26.2014	16Ene01	26.8008
01Feb01	27.2488	03Jul01	20.5002	04Dic01	17.2494	07May02	22.9984	07Oct02	26.7488	13Mar03	40.3798	12Ago03	26.2014	17Ene01	26.8008
02Feb01	27.2488	04Jul01	21.0000	05Dic01	17.2494	08May02	23.7510	08Oct02	27.0018	14Mar03	38.3786	13Ago03	27.5016	18Ene01	26.2500
03Feb01	27.0018	05Jul01	21.7514	06Dic01	17.2494	09May02	22.9984	09Oct02	27.0018	15Mar03	38.3786	14Ago03	27.5016	19Ene01	26.2500
06Feb01	28.7502	06Jul01	21.2520	07Dic01	17.2494	10May02	23.7510	10Oct02	27.7494	16Mar03	38.0008	15Ago03	27.7494	22Ene01	26.2500
07Feb01	24.9984	09Jul01	20.5002	10Dic01	18.7488	13May02	24.2508	13Oct02	27.2498	18Mar03	37.4984	16Ago03	27.7494	23Ene01	26.4998
08Feb01	25.4982	10Jul01	20.5002	11Dic01	18.2488	14May02	24.8288	14Oct02	27.7494	20Mar03	36.7488	18Ago03	28.0014	27Ene01	26.7488
09Feb01	25.2500	12Jul01	20.5002	12Dic01	18.2488	15May02	24.2488	15Oct02	27.7494	21Mar03	36.7488	19Ago03	28.0014	28Ene01	26.7488
12Feb01	26.2500	13Jul01	20.5002	14Dic01	18.2498	17May02	23.2512	17Oct02	27.7494	24Mar03	35.2500	22Ago03	28.0014	30Ene01	26.7498
14Feb01	25.7502	16Jul01	20.5002	17Dic01	18.2498	20May02	22.9982	18Oct02	27.7494	25Mar03	34.7508	23Ago03	28.0014	01Feb01	27.4998
15Feb01	25.1288	19Jul01	20.5002	18Dic01	18.2498	23May02	23.2512	19Oct02	27.7494	26Mar03	34.7508	24Ago03	28.0014	02Feb01	27.4998
16Feb01	25.1288	18Jul01	20.2482	19Dic01	18.2498	22May02	23.2512	20Oct02	27.5018	28Mar03	34.7508	27Ago03	28.6314	04Feb01	26

Fecha	(1)	Fecha	(1)	Fecha	(1)
07Sep04	25.5797	07Feb05	25.4999	11Jul05	40.4998
08Sep04	25.3798	08Feb05	25.2500	12Jul05	41.0000
09Sep04	26.1299	09Feb05	25.2500	13Jul05	40.7497
10Sep04	26.1299	10Feb05	25.4999	14Jul05	39.2498
13Sep04	26.8800	11Feb05	25.4999	15Jul05	40.7497
14Sep04	26.6297	14Feb05	25.7498	18Jul05	40.7497
15Sep04	26.1298	15Feb05	25.7498	19Jul05	40.7497
16Sep04	26.2298	16Feb05	25.7498	20Jul05	40.4998
17Sep04	26.4298	17Feb05	25.4999	21Jul05	39.4997
20Sep04	26.4298	18Feb05	25.7498	22Jul05	39.7496
21Sep04	26.4298	22Feb05	20.7498	23Jul05	40.0000
22Sep04	26.9997	23Feb05	26.2500	26Jul05	40.0000
23Sep04	27.0297	24Feb05	27.9997		
24Sep04	27.5297	25Feb05	27.9997		
27Sep04	27.9997	28Feb05	27.9997		
28Sep04	27.9997	01Mar05	28.7498		
29Sep04	27.9997	02Mar05	20.7496		
30Sep04	28.1299	03Mar05	29.5000		
01Oct04	28.3798	04Mar05	29.7499		
04Oct04	28.9997	07Mar05	28.7499		
05Oct04	29.3798	08Mar05	28.9998		
06Oct04	29.6297	09Mar05	30.1498		
07Oct04	29.6297	10Mar05	30.5000		
08Oct04	28.7499	11Mar05	30.9998		
11Oct04	31.5000	14Mar05	30.9998		
12Oct04	31.2497	15Mar05	30.7498		
13Oct04	31.9998	16Mar05	31.2497		
14Oct04	31.9998	17Mar05	32.4998		
15Oct04	31.9998	18Mar05	32.9998		
18Oct04	31.2497	21Mar05	32.2497		
19Oct04	32.7499	22Mar05	32.7499		
20Oct04	31.2497	23Mar05	32.7499		
21Oct04	31.2497	24Mar05	32.7499		
22Oct04	32.2497	28Mar05	32.2497		
25Oct04	32.2497	29Mar05	32.4996		
26Oct04	32.7499	30Mar05	32.4996		
27Oct04	31.9998	31Mar05	33.7499		
28Oct04	31.9998	01Abr05	34.7500		
29Oct04	31.6299	04Abr05	34.9999		
01Nov04	32.2497	05Abr05	35.1298		
02Nov04	29.7498	06Abr05	35.9999		
03Nov04	28.9997	07Abr05	36.9999		
04Nov04	27.4999	08Abr05	35.4997		
05Nov04	26.9997	11Abr05	34.7500		
08Nov04	25.9997	12Abr05	35.4997		
09Nov04	25.2500	13Abr05	35.4997		
10Nov04	26.2500	14Abr05	36.4997		
11Nov04	25.7498	15Abr05	36.2499		
12Nov04	25.7498	16Abr05	35.7500		
15Nov04	24.3797	19Abr05	35.7500		
16Nov04	23.7497	20Abr05	37.9999		
17Nov04	23.7497	21Abr05	37.9997		
18Nov04	23.4998	22Abr05	39.4997		
19Nov04	24.2500	25Abr05	38.6299		
22Nov04	24.2500	26Abr05	38.2498		
23Nov04	24.4999	27Abr05	37.2498		
24Nov04	24.4999	28Abr05	37.2498		
29Nov04	24.2500	29Abr05	36.7500		
30Nov04	23.7497	02May05	37.7496		
01Dic04	22.4998	03May05	36.4997		
02Dic04	20.4998	04May05	36.4997		
03Dic04	20.2499	05May05	36.4997		
05Dic04	20.7497	06May05	37.4997		
07Dic04	21.2499	09May05	37.9999		
08Dic04	21.2499	10May05	37.7496		
09Dic04	21.2499	11May05	36.4997		
10Dic04	30.7497	12May05	35.4997		
13Dic04	21.0000	13May05	35.4997		
14Dic04	22.7497	16May05	35.4997		
15Dic04	25.4999	17May05	35.4997		
16Dic04	25.2500	18May05	35.4997		
17Dic04	25.7498	19May05	35.4997		
20Dic04	25.2500	20May05	35.4997		
21Dic04	25.7498	23May05	35.2498		
22Dic04	24.4999	24May05	35.2498		
23Dic04	24.4999	25May05	35.2498		
27Dic04	23.9996	26May05	34.9999		
28Dic04	24.4999	27May05	34.7500		
29Dic04	25.7496	31May05	34.2497		
30Dic04	26.4999	01Jun05	35.2498		
03Ene05	26.2500	02Jun05	35.9999		
04Ene05	26.4999	03Jun05	36.9999		
06Ene05	26.6297	06Jun05	37.2498		
06Ene05	26.1299	07Jun05	37.2499		
07Ene05	27.1299	08Jun05	36.9999		
10Ene05	26.7498	09Jun05	37.2498		
11Ene05	26.7498	10Jun05	36.7500		
12Ene05	26.7498	13Jun05	37.4997		
13Ene05	26.9997	14Jun05	37.2498		
14Ene05	27.2496	15Jun05	38.2498		
16Ene05	27.1298	16Jun05	38.2498		
19Ene05	27.1299	17Jun05	39.4997		
20Ene05	26.7498	20Jun05	39.7496		
21Ene05	27.4999	23Jun05	39.7496		
24Ene05	27.4999	25Jun05	39.1297		
25Ene05	27.7498	23Jun05	40.2499		
26Ene05	27.7498	24Jun05	41.2499		
27Ene05	27.7498	27Jun05	42.2499		
28Ene05	26.9997	28Jun05	40.7497		
31Ene05	27.7498	29Jun05	40.7497		
01Feb05	27.2496	30Jun05	40.7497		
02Feb05	26.9997	01Jul05	40.7497		
03Feb05	26.9997	05Jul05	41.7497		
04Feb05	26.7496	07Jul05	41.0000		
		08Jul05	40.7497		

C.2 Precios de referencia del diesel industrial.

Nota: El precio de referencia es el de la Costa de Golfo en Arica, con pago contenido de impuestos.

(1) Precios (dólares por barril)

Fuente: EIA, U.S. Department of Energy.

Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha					
12Sep94	21.3696	05F0196	22.427	01Jul96	22.7934	18Nov96	29.4924	14ABr97	22.554	08Sep97	21.2438	02F0008	19.152	25Jun08	16.259	18Nov98	14.532
13Sep94	21.0966	06F0196	21.8484	02Jul96	22.4322	19Nov96	30.1602	15ABr97	22.6298	09Sep97	20.9283	03F0008	18.501	30Jun08	16.826	17Nov98	13.6206
14Sep94	21.0966	07F0196	21.7728	03Jul96	22.4448	20Nov96	28.2824	16ABr97	22.0942	10Sep97	20.6325	04F0008	18.3414	01Jul09	16.548	18Nov98	13.8836
15Sep94	21.2856	08F0196	22.2884	04Jul96	22.4448	21Nov96	30.0774	17ABr97	22.2096	11Sep97	20.8890	05F0008	18.7606	02Jul09	16.826	19Nov98	13.4256
16Sep94	21.2208	09F0196	22.2884	05Jul96	22.4448	22Nov96	28.8888	18ABr97	22.8888	12Sep97	20.8888	06F0008	18.921	03Jul09	16.826	20Nov98	13.6932
19Sep94	21.2646	12F0196	22.4954	08Jul96	22.7808	25Nov96	29.4462	21ABr97	22.5092	15Sep97	21.2437	09F0008	18.9474	07Jun09	16.826	23Nov98	13.188
20Sep94	21.168	13F0196	24.7328	09Jul96	22.7788	26Nov96	28.8162	22ABr97	21.9274	16Sep97	21.9555	10F0008	18.7014	08Jul09	16.826	24Nov98	12.915
21Sep94	20.4036	14F0196	24.8228	11Jul96	23.4486	27Nov96	28.19	23ABr97	21.9578	17Sep97	21.7035	11F0008	18.753	09Jun08	15.84	25Nov98	12.8018
22Sep94	20.118	15F0196	23.7746	12Jul96	23.582	28Nov96	28.0202	24ABr97	22.1834	18Sep97	21.7475	12F0008	18.4774	10Jul08	16.826	26Nov98	12.5454
23Sep94	20.9374	16F0196	23.3226	15Jul96	24.4322	30Dec96	30.372	25ABr97	22.0026	19Sep97	21.8379	13F0008	18.4826	13Jun08	15.7536	01Dic98	12.2348
26Sep94	20.1536	19F0196	22.7934	18Jul96	25.6522	03Dic96	30.822	28ABr97	22.1802	22Sep97	21.2233	17F0196	18.081	14ABr98	12.422	02Dic98	12.5646
27Sep94	20.1718	21F0196	23.7174	17Aug96	25.352	04Dic96	29.4798	29ABr97	22.8438	23Sep97	22.0815	18F0196	18.9018	15Jun08	16.3926	03Dic98	12.4866
28Sep94	20.1718	22F0196	24.2676	18Aug96	25.3504	05Dic96	30.1509	30ABr97	22.532	24Sep97	22.7535	19F0196	18.8778	16Jun08	16.3926	04Dic98	12.5454
29Sep94	18.8786	24F0196	23.7196	21Aug96	25.3226	06Dic96	29.8369	01May97	22.6022	26Sep97	22.3709	20F0196	18.8186	17Jun08	15.024	07Dic98	12.873
02Oct94	20.0068	25F0196	24.8766	22Aug96	23.0510	09Dic96	28.5642	02May97	21.903	26Sep97	24.1521	23F0196	17.598	20Jun08	15.0272	08Dic98	12.495
03Oct94	20.0676	27F0196	23.8256	23Aug96	23.1294	10Dic96	27.3	05May97	21.566	28Sep97	24.2023	24F0196	17.7534	21Jun08	15.0272	09Dic98	12.5664
04Oct94	20.0468	28F0196	23.184	24Aug96	23.1336	11Dic96	26.4306	06May97	22.0542	29Sep97	23.6773	27F0196	17.9634	22Jul08	15.048	10Dic98	12.348
05Oct94	18.8156	29F0196	22.8884	25Aug96	23.2586	12Dic96	26.798	07May97	21.8552	30Sep97	23.8145	28F0196	18.0318	23Jul08	14.7126	11Dic98	12.4486
06Oct94	18.0778	01Nov96	22.8884	26Aug96	23.8184	13Dic96	26.9608	08May97	22.8888	01Oct97	23.9315	29F0196	18.0096	24Jul08	14.7924	12Dic98	12.2238
09Oct94	20.0004	04Nov96	21.8578	29Aug96	22.9278	16Dic96	29.2974	09May97	22.281	05Oct97	25.2515	02May98	17.576	27Jun08	15.0272	15Dic98	12.2126
10Oct94	18.8156	05Nov96	22.3396	30Aug96	23.1504	17Dic96	28.3414	12May97	21.2175	06Oct97	24.3076	03Jun98	17.703	28Jun08	14.8178	16Dic98	13.734
11Oct94	20.0256	06Nov96	23.037	31Aug96	23.7552	18Dic96	28.8002	13May97	22.1462	07Oct97	24.2855	04Jul98	17.794	29Jun08	14.8178	17Dic98	12.3438
12Oct94	18.8156	07Nov96	22.3722	01Sep96	24.7548	19Dic96	28.4222	14May97	22.911	08Oct97	24.3073	05Aug98	17.561	30Jun08	14.5202	18Dic98	12.4866
13Oct94	20.0716	08Nov96	22.8184	05Sep96	24.3544	20Dic96	28.0224	15May97	22.7766	09Oct97	24.1183	06Aug98	17.262	01Jul08	14.7613	19Dic98	12.2976
15Oct94	20.0886	11Nov96	23.6376	06Sep96	23.9022	23Dic96	27.3882	18May97	23.772	10Oct97	24.4148	08May98	16.511	03Oct98	14.3	22Dic98	12.516
17Oct94	18.8146	12Nov96	23.0796	07Oct96	24.802	24Dic96	27.8226	19May97	23.541	13Oct97	25.32	10Jun98	16.779	04Oct98	14.7	23Dic98	12.5864
18Oct94	18.9836	13Nov96	22.7084	08Oct96	24.3214	26Dic96	28.4552	20May97	23.4524	14Oct97	25.4574	12Jun98	16.0734	05Oct98	14.8306	24Dic98	14.364
19Oct94	18.8146	14Nov96	22.9328	09Oct96	24.9884	27Dic96	28.6324	21May97	23.3858	15Oct97	25.653	13Jun98	16.0148	06Nov98	15.295	26Dic98	13.7015
20Oct94	18.8786	15Nov96	24.297	12Oct96	24.5448	30Dic96	28.356	22May97	23.4905	16Oct97	25.6325	13Mar98	16.1364	07Oct98	15.2622	28Dic98	12.918
23Oct94	20.1894	16Nov96	26.0526	13Oct96	24.7338	31Dic96	28.7994	23May97	23.373	17Oct97	25.206	16Mar98	15.5946	10Oct98	14.4702	30Dic98	12.918
24Oct94	20.4246	18Nov96	28.0938	14Oct96	25.1118	01Ene97	28.8162	27May97	23.512	20Oct97	23.4565	17Mar98	16.0998	11Jun08	14.367	31Dic98	13.272
25Oct94	20.3718	19Nov96	28.0938	15Oct96	24.8882	02Ene97	28.4718	28May97	22.5488	21Oct97	23.8186	18Mar98	16.947	12Jun08	14.367	01Ene99	12.4486
26Oct94	20.8886	21Nov96	25.4982	16Oct96	25.6872	03Ene97	29.8218	29May97	22.785	22Oct97	23.8493	19Mar98	16.7916	13Oct98	14.994	05Ene99	13.7048
27Oct94	20.832	22Nov96	25.8842	16Oct96	26.0882	07Ene97	28.8162	30May97	22.7094	23Oct97	23.7403	20Mar98	16.6614	14Oct98	14.8206	06Ene99	14.133
30Oct94	20.8496	23Nov96	26.1138	20Sep96	26.704	08Ene97	28.2162	02Jun97	22.827	24Oct97	23.3209	23Mar98	16.5052	17Oct98	14.847	07Ene99	14.1748
31Oct94	21.0546	24Nov96	27.1448	21Sep96	27.1448	09Ene97	28.8456	03Jun97	22.857	27Oct97	23.978	24Mar98	17.076	18Oct98	14.8306	08Ene99	14.364
01Nov94	21.7206	27Nov96	28.2926	22Sep96	29.8162	12Ene97	28.8162	04Jun97	22.0208	28Oct97	23.0474	25Mar98	16.6188	19Oct98	14.448	11Ene99	14.447
02Nov94	22.1634	28Nov96	25.1412	23Sep96	25.7124	13Ene97	27.5436	05Jun97	21.801	29Oct97	23.4045	26Mar98	16.585	20Oct98	15.309	12Ene99	13.691
03Nov94	21.2926	29Nov96	24.8398	26Oct96	25.2042	14Ene97	27.321	06Jun97	21.918	30Oct97	24.0345	27Mar98	16.585	21Oct98	14.994	13Ene99	13.2804
06Nov94	21.1178	01Dic96	25.5066	27Oct96	25.2482	15Ene97	28.0606	09Jun97	20.9076	31Oct97	23.8458	30Mar98	16.8816	22Oct98	15.351	14Ene99	13.3234
07Nov94	21.0128	02Dic96	26.1448	28Oct96	25.8162	16Ene97	27.321	10Jun97	21.0584	01Nov97	23.7825	31Mar98	17.3626	23Oct98	15.561	15Ene99	12.9906
08Nov94	20.2226	03Dic96	26.8374	29Oct96	26.1854	17Ene97	26.6984	11Jun97	20.658	04Nov97	24.4758	01Apr98	17.892	24Oct98	15.435	16Ene99	13.0746
09Nov94	21.1022	04Dic96	27.0148	30Oct96	25.977	20Ene97	25.9644	12Jun97	21.042	05Nov97	22.8213	02Apr98	17.556	27Oct98	15.959	20Ene99	12.7908
10Nov94	21.1956	05Dic96	27.2748	03Nov96	26.817	21Ene97	25.0022	13Jun97	20.9874	06Nov97	23.7785	03Apr98	17.8826	28Oct98	15.9678	21Ene99	13.2006
13Nov94	21.0194	06Dic96	28.8716	04Nov96	26.3508	22Ene97	26.2048	16Jun97	21.2436	07Nov97	23.4805	06Apr98	17.388	31Oct98	15.4224	22Ene99	13.524
14Nov94	21.1386	07Dic96	28.8716	05Nov96	26.9352	23Ene97	26.3506	17Jun97	21.3696	08Nov97	23.8836	07Apr98	17.3566	01Nov98	14.444	23Ene99	13.1166
15Nov94	21.1428	11Dic96	30.0284	06Nov96	27.4586	24Ene97	26.1854	18Jun97	20.9454	11Nov97	23.5300	08Apr98	17.6736	02Nov98	16.233	26Ene99	13.041
18Nov94	21.357	12Dic96	28.2334	09Nov96	27.3756	27Ene97	26.8484	19Jun97	20.9436	12Nov97	23.6355	09Apr98	17.64	03Nov98	17.282	27Ene99	13.5224
17Nov94	21.4578	13Dic96	27.5604	10Nov96	28.0598	28Ene97	26.9692	20Nov97	20.7732	13Nov97	23.814	13Apr98	16.8274	04Nov98	17.07	28Ene99	13.023
20Nov94	21.56118	14Dic96	28.8716	11Nov96	28.1618	29Ene97	27.1214	21Nov97	21.8266	14Nov97	24.3073	14Apr98	17.5266	05Nov98	16.6608	29Ene99	13.2718
21Nov94	21.1722	17Dic96	24.7128	12Nov96	28.2118	30Ene97	26.3374	24Nov97	20.874	17Nov97	23.5725	15Apr98	18.417	06Nov98	16.8178	01Feb99	13.6106
22Nov94	21.2814	18Dic96	23.593	13Nov96	28.5024	31Ene97	27.6276	25Nov97	21.5544	18Nov97	23.3415	16Apr98	18.711	07Nov98	16.8318	02Feb99	13.2806
24Nov94	21.2814	19Dic96	23.593	16Nov96	26.9514	03Feb97	27.2622	26Nov97	21.1015	19Nov97	23.2086	17Apr98	18.2405	11Sep98	17.5076	03Feb99	13.3928
27Nov94	21.851	20Dic96	22.9658	17Nov96	27.0312	04Feb97	27.0102	27Nov97	21.672	20Nov97	22.428	20Apr98	18.1146	14Sep98	17.5436	04Feb99	12.821
28Nov94	21.4384	21Dic96	24.0786	18Nov96	27.6378	05Feb97	26.7936	30Nov97	21.8224	21Nov97	22.544	21Apr98	18.2228	14Oct98	17.4174	05Feb99	12.709
29Nov94	21.1008	24Dic96	24.129	19Nov96	28.0452	06Feb97	25.8006	01Dic97	22.2474	24Nov97	22.6485	22Apr98	18.0096	16Sep98	17.4218	08Feb99	12.842
30Nov94	20.8152	25Dic96	24.4608	20Nov96	27.6848	07Feb97	25.6872	02Dic97	22.281	25Nov97	21.987	23Apr98	17.85	17Sep98	17.8416	09Feb99	12.6796
01Dic94	21.5984	26Dic96	24.875	23Nov96	27.7662	10Feb97	26.7288	03Dic97	21.3798	26Nov97	21.4011	24Apr98	17.829	18Sep98	17.4418	10Feb99	12.716
04Dic94	21.6552	28Dic96	24.8264	24Nov96	28.1618	11Feb97	27.0208	04Dic97	21.0584	28Nov97	21.9226	25Apr98	18.198	19Sep98	18.2876	11Feb99	12.621
05Dic94	21.0194	30Dic96	24.234	25Nov96	29.3748	15Feb97	27.1										

Fecha	(1)										
03Feb03	39 816	07Jul03	32 2206	08Dic03	33 9226	10May04	41 7600	11Oct04	41 9929	13Mar05	62 2394
04Feb03	41 2482	08Jul03	33 4996	09Dic03	35 1036	11May04	43 4406	12Oct04	43 9958	15Mar05	63 8882
05Feb03	43 7130	09Jul03	33 3448	10Dic03	34 9300	12May04	43 9690	13Oct04	43 4530	16Mar05	65 2314
06Feb03	45 1028	10Jul03	33 3181	11Dic03	34 7250	13May04	44 2411	14Oct04	44 2411	17Mar05	65 3604
07Feb03	48 2490	11Jul03	33 3558	12Dic03	36 2588	14May04	44 2590	15Oct04	45 6511	18Mar05	65 4096
10Feb03	44 4740	14Jul03	33 4523	15Dic03	35 8688	17May04	44 2800	18Oct04	45 8290	21Mar05	65 5740
11Feb03	44 6023	15Jul03	33 6432	16Dic03	35 8910	18May04	42 9022	19Oct04	43 1380	22Mar05	64 1450
12Feb03	44 2284	16Jul03	33 3722	17Dic03	37 0233	19May04	44 2111	20Oct04	44 2111	23Mar05	64 3354
13Feb03	43 5354	17Jul03	32 6334	18Dic03	37 3750	20May04	43 2130	21Oct04	43 7426	24Mar05	64 754
14Feb03	44 4486	18Jul03	32 9449	19Dic03	36 8540	21May04	42 1226	22Oct04	43 8470	25Mar05	65 4026
18Feb03	44 7489	21Jul03	32 7099	22Dic03	34 9524	24May04	43 4102	25Oct04	44 2620	29Mar05	64 5996
19Feb03	44 9911	22Jul03	31 4821	23Dic03	35 8312	25May04	42 6846	26Oct04	44 6026	30Mar05	64 9224
20Feb03	43 8661	23Jul03	31 3121	24Dic03	36 7670	26May04	41 9327	27Oct04	41 0176	31Mar05	64 0526
21Feb03	44 9946	24Jul03	32 5410	25Dic03	36 2008	27May04	40 7148	28Oct04	40 9723	01Abr05	70 2387
24Feb03	46 5000	25Jul03	32 3321	26Dic03	37 4011	28May04	41 6766	29Oct04	41 6766	04Abr05	69 7300
25Feb03	45 0405	26Jul03	32 2777	27Dic03	36 3511	01Jun04	44 2421	01Nov04	44 2421	05Abr05	68 3296
26Feb03	47 0124	27Jul03	32 844	28Dic03	36 9466	02Jun04	41 9327	02Nov04	41 9327	06Abr05	61 3086
27Feb03	46 1390	30Jul03	32 2285	05Dic04	38 4558	03Jun04	41 2653	03Nov04	41 2653	07Abr05	64 5326
28Feb03	46 7790	31Jul03	32 2246	07Dic04	38 834	04Jun04	40 74	04Nov04	44 9908	08Abr05	63 7056
03Mar03	45 5196	01Ago03	35 2628	08Dic04	40 3914	07Jun04	41 3228	05Nov04	45 4119	11Abr05	63 2722
04Mar03	44 9958	04Ago03	35 154	09Dic04	41 2258	08Jun04	39 448	08Nov04	44 9306	12Abr05	63 1122
05Mar03	44 8550	05Ago03	35 5327	12Dic04	41 2818	09Jun04	40 8750	09Nov04	44 4111	13Abr05	61 4032
06Mar03	44 7428	06Ago03	34 8818	13Dic04	39 9126	10Jun04	42 128	10Nov04	43 1032	14Abr05	61 2504
07Mar03	46 7074	07Ago03	35 5992	14Dic04	39 6448	14Jun04	40 814	11Nov04	43 5922	15Abr05	64 1456
08Mar03	45 533	08Ago03	35 322	15Dic04	40 0226	15Jun04	40 5871	12Nov04	43 5336	16Abr05	64 3354
11Mar03	43 0054	11Ago03	34 7971	16Dic04	40 0208	16Jun04	41 1012	15Nov04	44 0036	19Abr05	65 2009
12Mar03	41 918	12Ago03	34 3056	20Dic04	41 6598	17Jun04	43 1644	16Nov04	43 5027	20Abr05	65 7724
13Mar03	39 27	13Ago03	33 832	21Dic04	42 252	18Jun04	42 7699	17Nov04	43 8436	21Abr05	65 8282
14Mar03	38 346	14Ago03	34 3728	22Dic04	42 1500	21Jun04	41 5848	18Nov04	43 7248	22Abr05	65 8308
15Mar03	36 587	15Ago03	33 826	23Dic04	41 666	23Jun04	42 4202	19Nov04	44 6026	23Abr05	61 0478
18Mar03	34 5114	18Ago03	33 3348	26Dic04	41 1884	23Jun04	42 0120	22Nov04	45 38	26Abr05	60 3396
19Mar03	33 243	19Ago03	32 991	27Dic04	39 9756	24Jun04	42 6342	23Nov04	46 847	27Abr05	63 9796
20Mar03	33 2346	20Ago03	33 788	28Dic04	39 081	25Jun04	42 1386	24Nov04	47 897	28Abr05	64 3396
21Mar03	39 7114	21Ago03	34 7884	29Dic04	39 8056	26Jun04	41 1206	25Nov04	47 8118	29Abr05	63 1998
24Mar03	31 164	22Ago03	34 5360	30Dic04	37 3086	28Jun04	40 425	30Nov04	45 8390	02May05	63 4746
25Mar03	39 82	25Ago03	34 4232	02Ene04	37 0560	30Jun04	42 3900	01Dic04	42 3446	03May05	62 265
26Mar03	30 6012	26Ago03	34 4028	03Ene04	37 0776	01Jul04	44 8796	02Dic04	49 5516	04May05	64 0122
27Mar03	33 822	27Ago03	35 8526	04Ene04	35 8526	02Jul04	44 8536	03Dic04	44 8536	05May05	63 1998
28Mar03	32 4156	28Ago03	33 708	05Ene04	35 9436	03Jul04	45 2172	04Dic04	46 566	06May05	62 38
31Mar03	30 9448	29Ago03	33 673	06Ene04	35 2046	07Jul04	44 8608	07Dic04	46 0068	09May05	63
01Abr03	31 143	02Sep03	32 0586	09Ene04	35 7336	08Jul04	45 9312	08Dic04	47 8968	10May05	63 8232
02Abr03	30 2730	03Sep03	31 8738	10Ene04	36 7206	08Jul04	45 460	09Dic04	50 0056	11May05	60 8328
03Abr03	31 29	04Sep03	31 4864	11Ene04	36 4872	13Jul04	44 0076	10Dic04	46 6717	12May05	63 9008
04Abr03	31 0926	05Sep03	31 4605	12Ene04	40 3872	13Jul04	44 4600	13Dic04	50 1606	13May05	60 3330
07Abr03	31 3906	08Sep03	31 8176	13Ene04	40 1304	14Jul04	45 812	14Dic04	52 1724	16May05	59 5556
08Abr03	31 4076	09Sep03	31 8908	17Ene04	40 028	15Jul04	45 528	15Dic04	56 49	17May05	60 543
09Abr03	32 6256	10Sep03	32 0225	18Ene04	39 7446	16Jul04	45 0036	16Dic04	54 4656	18May05	59 5114
10Abr03	31 754	11Sep03	31 29	19Ene04	38 5586	19Jul04	45 893	17Dic04	55 9146	19May05	59 336
11Abr03	32 382	12Sep03	30 975	20Ene04	37 212	20Jul04	44 9736	18Dic04	54 264	20May05	59 390
14Abr03	32 676	15Sep03	30 7988	23Ene04	37 527	21Jul04	45 171	21Dic04	54 078	23May05	59 1878
15Abr03	33 8376	16Sep03	32 3966	24Ene04	37 78	22Jul04	48 9646	22Dic04	53 0622	24May05	61 0478
16Abr03	32 2014	17Sep03	32 9328	25Ene04	41 8458	23Jul04	47 481	23Dic04	52 3908	25May05	61 8771
17Abr03	31 868	18Sep03	29 2446	26Ene04	40 32	26Jul04	46 883	27Dic04	45 880	26May05	62 8186
18Abr03	32 6230	19Sep03	28 7618	27Ene04	40 3000	27Jul04	48 922	28Dic04	48 0976	27May05	62 8966
22Abr03	31 594	22Sep03	29 1196	01Mar04	42 294	28Jul04	47 842	29Dic04	49 38	31May05	63 7099
23Abr03	30 218	23Sep03	30 8726	02Mar04	40 477	29Jul04	47 88	30Dic04	48 5926	01Jun05	61 0478
24Abr03	30 3156	24Sep03	31 2188	03Mar04	39 1566	30Jul04	49 308	03Ene05	48 7208	02Jun05	60 7593
25Abr03	29 216	25Sep03	30 7944	04Mar04	40 36	02Ago04	48 741	04Ene05	49 025	03Jun05	60 942
26Abr03	28 8876	26Sep03	30 833	05Mar04	40 005	03Ago04	49 476	05Ene05	49 392	04Jun05	60 1572
28Abr03	27 972	28Sep03	31 374	06Mar04	38 8	04Ago04	48 237	06Ene05	48 644	07Jun05	60 4348
30Abr03	29 290	30Sep03	32 382	09Mar04	38 4210	05Ago04	48 6966	07Ene05	52 101	08Jun05	60 259
01May03	28 8718	01Oct03	32 9406	10Mar04	38 5224	06Ago04	49 0056	10Ene05	52 9746	09Jun05	60 9732
02May03	28 4866	02Oct03	33 4866	11Mar04	38 377	09Ago04	49 3306	11Ene05	53 0226	10Jun05	60 1878
03May03	29 3236	03Oct03	34 8966	12Mar04	38 6986	10Ago04	48 5486	12Ene05	52 737	13Jun05	61 108
06May03	28 2818	06Oct03	33 8846	15Mar04	38 5271	11Ago04	48 5124	13Ene05	55 0996	14Jun05	60 0224
07May03	28 812	07Oct03	33 9444	16Mar04	39 8244	12Ago04	49 3416	14Ene05	55 314	15Jun05	60 006
09May03	28 472	09Oct03	33 2356	17Mar04	42 21	13Ago04	51 114	15Ene05	54 9636	16Jun05	60 9799
09May03	28 799	09Oct03	35 28	18Mar04	40 803	16Ago04	50 585	16Ene05	54 7386	17Jun05	70 182
12May03	29 442	10Oct03	36 819	18Mar04	40 290	17Ago04	50 825	20Ene05	54 6786	20Jun05	70 345
13May03	30 8190	13Oct03	36 1074	22Mar04	39 4080	18Ago04	51 219	21Ene05	55 5576	27Jun05	69 446
14May03	30 7986	14Oct03	35 888	23Mar04	41 0466	18Ago04	52 256	24Ene05	56 2710	22Jul05	68 9546
15May03	31 617	15Oct03	36 8022	23Mar04	40 8476	20Ago04	51 8020	25Ene05	57 456	23Jul05	71 295
18May03	31 4496	18Oct03	35 5486	25Mar04	39 0349	23Ago04	51 8886	26Ene05	56 964	26Jul05	70 4256
19May03	30 2738	17Oct03	34 2216	26Mar04	38 8836	24Ago04	50 9082	27Ene05	56 2086	27Jul05	70 7826
20May03	30 4416	20Oct03	33 5488	29Mar04	38 4678	25Ago04	48 993	28Ene05	54 579	28Jul05	68 5776
21May03	30 5894	21Oct03	33 9948	30Mar04	39 4652	26Ago04	48 618	31Ene05	55 3896	29Jul05	68 0946
22May03	30 492	22Oct03	32 3106	31Mar04	39 8496	27Ago04	49 1106	01Feb05	54 0204	30Jul05	68 3046
23May03	30 355	23Oct03	34 2006	01Abr04	36 1090	30Ago04	48 8160	02Feb05	53 0180	01Aug05	71 8436
27May03	30 5896	24Oct03	33 8966	02Abr04	37 7670	31Ago04	48 573	03Feb05	52 3446	05Aug05	72 471
28May03	29 8972	27Oct03	33 0078	05Abr04	37 443	01Sep04	50 9646	04Feb05	52 4296	06Aug05	71 8686
29May03	30 3058	28Oct03	32 7356	06Abr04	38 506	02Sep04	51 116	05Feb05	50 442	07Aug05	70 654
30May03	30 6098	29Oct03	32 3106	07Abr04	40 0638	03Sep04	50 778	06Feb05	51 5124	08Aug05	71 8686
02Jun03	31 5	30Oct03	31 71	08Abr04	40 74	07Sep04	50 2886	09Feb05	53 1006	11Aug05	70 476
03Jun03	31 289	31Oct03	32 888	12Abr04	41 7396	08Sep04	50 4	10Feb05	54 852	12Aug05	72 722
04Jun03	30 702	03Nov03	31 7478	13Abr04	41 0046	09Sep04	52 5206	11Feb05	54 5496	13Aug05	70 9986
05Jun03	31 7856	04Nov03	31 5860	14Abr04	41 4036	10Sep04	50 7996	14Feb05	54 222	14Aug05	70 882
06Jun03	32 1218	05Nov03	33 4650	15Abr04	43 1592	13Sep04	52 3180	15Feb05	54 0490	15Aug05	68 985
08Jun03	31 9746	06Nov03	33 4656	16Abr04	42 4326	14Sep04	53 9716	16Feb05	56 1876	16Aug05	67 411
12Jun03	32 4786	07Nov03	33 915	19Abr04	40 698	15Sep04	53 025	17Feb05	54 9690	19Aug05	67 515
13Jun03	32 371	08Nov03	33 718	20Abr04	39 5496	16Sep04	53 7768	18Feb05	56 544	20Aug05	66 234
15Jun03											

C.3 Estimaciones para el coque

Nota: El precio de referencia es el de la C stola de G lto en EUA, con contenido de azufre de 6 a 6.5%

- (1) Precios (dólares por tonelada métrica).
- (2) Tasa de variación de crecimientos logaritmicos.
- (3) Pronóstico de la tasa de variación.
- (4) Varianza estimada con EGARCH(1, 1).
- (5) Desviación estandar.
- (6) Valor en Riesgo, con 95% de confianza.
- (7) Valor en Riesgo, con 99% de confianza.

Fuente: Elaborado con los precios de Platt's, International Coal Report, Washington, varios números

Obs	Fecha	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Obs	Fecha	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	01Ago02	7.75							81	17Nov03	9.5	0.0	-0.7	66.8991	8.1786	13.4947	19.0561
2	08Ago02	6	-25.6						82	24Nov03	9.5	0.0	-3.6	79.4312	8.9124	14.7055	20.7859
3	15Ago02	5	0.0						83	01Dic03	10.375	8.8	2.9	80.5162	8.9731	14.8050	20.9073
4	22Ago02	6	0.0						84	09Dic03	10.375	0.0	2.9	72.6926	8.5290	14.0679	19.8656
5	29Ago02	5.75	-4.3						85	15Dic03	9.575	-8.0	0.7	85.5517	9.2494	15.2515	21.5511
6	06Sept02	5.75	0.0						86	22Dic03	9.575	0.0	-3.1	91.7420	9.5782	15.8040	22.3172
7	13Sept02	5.75	0.0						87	05Ene04	8.575	0.0	0.6	95.5589	9.7754	16.1295	22.7767
8	20Sept02	5.75	0.0	0.7	53.3972	7.9622	10.1377	18.5520	88	12Ene04	9.575	0.0	3.3	114.3870	10.6952	17.6471	24.9168
9	27Sept02	5.75	0.0	-2.1	77.8119	8.8211	14.5548	20.5532	89	19Ene04	8.25	-14.8	1.0	131.0586	11.4481	18.8993	26.6740
10	03Oct02	5.75	0.0	13.6	85.2352	9.2333	15.2323	21.5112	90	26Ene04	8.25	0.0	-2.5	131.7500	11.4782	18.9391	26.7443
11	10Oct02	7.75	-29.6	12.5	85.1701	9.2288	15.2275	21.5030	91	02Feb04	7.25	-12.9	-2.2	140.6365	11.8590	19.5674	27.6135
12	17Oct02	8	3.2	-1.0	43.4816	6.5941	10.8802	15.3642	92	16Feb04	7.25	0.0	2.8	146.6401	12.1095	19.9907	28.2151
13	24Oct02	8	0.0	-1.2	41.4518	6.4383	10.6522	15.0012	93	22Mar04	6.25	-14.8	-0.9	165.8384	12.9186	21.3124	30.0257
14	31Oct02	8	0.0	-3.6	48.5026	6.9542	11.4510	16.2267	94	29Mar04	6.25	0.0	-2.9	167.5182	12.9429	21.3558	30.1599
15	06Nov02	8	0.0	1.9	58.4764	6.7232	12.6608	17.8786	95	05Abr04	6.25	0.0	-3.9	175.5461	13.2454	21.8605	30.8711
16	13Nov02	8	0.0	-12.3	71.0484	6.4900	13.9079	19.6396	96	19Abr04	6.25	0.0	-2.3	190.2847	13.7944	22.7017	32.1408
17	20Nov02	8	0.0	-5.6	44.7440	6.6941	11.0370	15.6566	97	26Abr04	6.5	3.9	-0.5	214.6974	14.6512	24.1745	34.1373
18	27Nov02	7.75	-3.2	1.5	38.6813	6.1882	10.2021	14.4913	98	03May04	6.5	0.0	-2.5	213.7099	14.6188	24.1211	34.0619
19	04Dic02	7.75	0.0	1.1	44.9345	6.7033	11.0605	15.6187	99	10May04	6.5	0.0	-3.3	225.8048	15.0298	24.7942	35.1024
20	11Dic02	7.75	0.0	0.5	55.8460	7.4730	12.2305	17.4121	100	17May04	6.5	0.0	2.6	240.0773	15.4944	25.5658	36.1226
21	18Dic02	7.75	0.0	-1.7	69.2390	8.3209	13.7296	19.3978	101	24May04	6.5	0.0	1.7	266.4297	16.3243	26.9351	38.0286
22	25Dic02	10.25	28.0	11.0	77.6229	8.8132	14.5418	20.5348	102	31May04	6.5	0.0	-2.0	296.2198	17.2110	28.3982	40.1017
23	02Ene03	10.25	0.0	3.0	80.3719	6.7560	10.3273	14.5835	103	07Jun04	7.75	7.4	1.2	313.9130	17.7176	29.2340	41.2820
24	09Ene03	11	1.1	-1.8	45.1285	6.2178	11.0843	15.6524	104	14Jun04	7.5	8.3	2.3	297.6250	17.2518	28.4655	40.1967
25	16Ene03	11	0.0	-1.0	39.9444	5.9628	9.1786	12.9612	105	21Jun04	7.5	0.0	2.0	284.3099	17.1553	28.3063	39.9720
26	23Ene03	11	0.0	-0.5	37.1344	6.0928	10.0548	14.1885	106	28Jun04	10.375	32.4	-2.4	324.4311	18.0120	29.7198	41.9679
27	30Ene03	11	0.0	1.5	46.0264	6.7850	11.1953	15.8091	107	12Jul04	11.75	12.4	-1.6	347.9824	18.1648	29.0719	38.3440
28	04Oct02	12	8.7	-4.6	56.6383	7.5258	12.4176	17.5342	108	19Jul04	11.75	0.0	1.8	402.0232	19.1007	30.6661	42.5345
29	07Oct02	11.5	-4.3	-4.5	31.2853	5.9933	9.2290	13.0325	109	26Jul04	11.75	0.0	0.3	419.7271	19.3420	30.2543	42.4949
30	14Oct02	11.5	0.0	3.0	39.8755	6.3147	10.4193	14.7133	110	02Ago04	18.5	45.4	-0.7	441.8402	19.8597	31.6310	43.9233
31	21Oct02	12	4.3	0.9	47.8757	6.9192	11.4167	16.1218	111	09Ago04	16.5	-11.4	-1.8	477.9292	20.2448	31.7189	43.3136
32	11Nov02	12	6.0	0.4	48.3753	6.9552	11.4761	16.2057	112	16Ago04	16.5	0.0	8.2	28.7395	5.3609	8.8455	12.4909
33	18Nov02	13	0.0	-1.4	37.0234	6.0647	10.0397	14.1773	113	23Ago04	16.5	0.0	3.7	30.6420	5.5355	9.1336	12.8978
34	25Nov02	17	26.8	5.6	42.8836	6.5488	10.8051	15.9284	114	30Ago04	16.5	0.0	-1.7	36.4849	6.0403	9.2984	14.0738
35	02Dic02	17	0.0	3.3	12.4207	3.5243	5.8151	8.2116	115	06Sep04	16.5	0.0	-0.3	41.4210	6.4359	10.6193	14.9957
36	16Dic02	17	0.0	-2.7	16.2064	3.8995	6.4342	9.0859	116	13Sep04	19.5	16.7	9.2	51.7866	7.1049	11.8716	16.7841
37	23Dic02	18	5.7	0.0	19.0203	4.9756	6.3947	9.0302	117	20Sep04	19.5	0.0	-0.5	40.3079	6.3480	10.4758	20.4416
38	06Ene03	18	10.0	1.1	10.4035	3.2254	5.3220	7.5153	118	27Sep04	19.5	-0.0	-7.4	49.7130	6.9504	11.6310	16.4233
39	13Ene03	18	0.0	1.2	13.9211	3.7311	6.1563	8.6934	119	04Oct04	19.5	0.0	-3.4	45.7938	6.7671	11.1657	15.7674
40	20Ene03	18	0.0	-0.2	18.2635	4.2771	7.0572	9.9656	120	11Oct04	20	5.1	1.5	48.1725	6.7250	11.1110	15.8324
41	27Ene03	20	10.9	-2.9	24.2691	4.9264	8.1285	11.4784	121	18Oct04	20	0.0	0.3	45.7158	6.7613	11.1562	15.7539
42	03Feb03	23.5	16.1	2.5	8.1094	3.0182	4.9800	7.0324	122	25Oct04	19.5	-2.5	-1.5	57.6950	7.5957	12.5329	17.6980
43	10Feb03	23.5	0.0	1.1	1.5943	1.2627	2.0634	2.9420	123	01Nov04	19.5	0.0	0.5	61.5207	7.8435	12.9418	18.2754
44	17Feb03	23.5	0.0	-1.0	2.2614	1.5038	2.4813	3.5039	124	08Nov04	21.5	9.8	6.2	75.0325	8.7139	14.3780	20.3034
45	24Feb03	25	6.2	-1.1	2.5825	1.6070	2.6516	3.7443	125	15Nov04	21.5	0.0	3.0	76.9697	8.7332	14.4758	20.4416
46	03Mar03	25	0.0	0.1	10.4871	6.0979	11.1516	16.8202	126	22Nov04	21.5	0.0	-4.0	90.0673	9.4904	15.6591	22.1126
47	10Mar03	25	0.0	4.0	0.8158	0.9032	1.4903	2.1045	127	29Nov04	21.5	0.0	-0.2	107.2852	10.3569	17.0889	24.1318
48	17Mar03	25	0.0	0.8	0.6859	0.8282	1.3665	1.9297	128	06Dic04	25.5	17.1	4.1	127.1479	11.2760	18.6054	26.2731
49	24Mar03	24	-4.1	-1.0	1.0092	1.0048	1.6376	2.3407	129	13Dic04	25.5	0.0	-0.4	88.7779	9.4222	15.5466	21.9637
50	31Mar03	24	0.0	0.9	1.0928	1.0453	1.7247	2.4355	130	20Dic04	28.25	10.2	-3.7	105.8092	10.2786	16.9689	23.9446
51	07Abr03	24	0.0	2.2	1.5875	1.2600	2.0789	2.9357	131	03Ene05	28.25	0.0	-2.7	67.7488	8.2308	13.8899	16.1779
52	14Abr03	23.75	-1.0	-0.1	2.0040	1.4156	2.3358	3.2984	132	10Ene05	28.25	0.0	0.3	71.8781	8.4781	13.9899	19.7540
53	21Abr03	23.75	0.0	-4.1	2.8747	1.8955	2.7978	3.9505	133	17Ene05	28	-0.9	0.2	88.0184	9.3818	15.4803	21.8596
54	28Abr03	33.75	0.0	-0.7	4.2144	1.9622	3.9672	2.7779	134	24Ene05	28	-11.3	-0.5	105.2131	10.2573	16.2846	23.8966
55	05May03	17.5	-30.5	0.1	1.7088	1.3084	2.1556	3.0440	135	31Ene05	25	0.0	0.4	109.6593	10.4718	17.9244	24.3994
56	19May03	15.5	-12.1	-0.8	0.1181	0.3437	0.5670	0.8007	136	07Feb05	25	0.0	5.3	130.6056	11.0268	18.8567	29.6279
57	26May03	11	-34.3	-2.0	0.0027	0.0028	0.0986	0.1321	137	14Feb05	26.2	4.7	2.4	145.2696	12.4253	19.8871	28.0830
58	02Jun03	15	0.0	-0.1	99.2619	9.9930	16.4390	23.2139	138	21Feb05	26.2	0.0	-0.3	156.5517	12.5211	20.6449	29.1531
59	16Jun03	12.5	12.9	3.7	119.1076	10.9136	18.0075	25.4288	139	28Feb05	26.3	-3.5	-0.4	180.9174	13.4506	22.1934	31.3398
60	23Jun03	10.5	-17.4	0.1	99.6373	9.8304	16.2202	22.9049	140	07Mar05	25.3	0.0	-1.7	202.8448	14.2459	23.5057	33.1929
61	30Jun03	9	-15.4	-5.8	91.2113	9.5505	15.7583	22.2526	141	14Mar05	25.3	0.0	-0.3	220.8711	14.8550	24.5108	34.6122
62	07Jul03	10.5	15.4	-1.6	96.6976	9.9320	16.2227	22.9085	142	21Mar05	21.8	-16.5	-4.7	249.3973	15.7923	26.9246	38.7961
63	14Jul03	8	-27.2	-4.7	52.5875	7.2517	11.9652	16.8965	143	28Mar05	21.8	0.0	-1.3	256.1788	16.0056	26.4002	37.2920
64	21Jul03	8	0.0	0.1	43.7044	6.1019	10.9080	15.4035	144	04Abr05	21.5	0.0	1.2	287.8376	16.6984	27.5524	38.9073
65	28Jul03	8	0.0	-0.9	55.5369	7.4523	12.2963	17.3639	145	11Abr05	21.5	0.0	-0.3	312.7653	17.6852	29.1805	41.2065
66	04Ago03	8	0.0	-3.9	65.8339	8.1015	13.3674	18.8764	146	18Abr05	21.5	0.0	1.5	345.8039	18.5980	30.6866	43.3

C.4 Estimaciones para el combustible

Nota: El precio de referencia es el de la Costa de Golfo en EUA con bajo contenido de azufre

- (1) Precios (dólares por barril)
- (2) Tasa de variación de precios logarítmicos
- (3) Pronóstico de la tasa de variación
- (4) Varianza estimada con GARCH(1,1)
- (5) Desviación estándar
- (6) Valor en Riesgo, con 95% de confianza
- (7) Valor en Riesgo, con 99% de confianza

Fecha	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	Fecha	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
02Ago04	48.741	-1.1566	-0.3265	5.2300	2.2869	3.7734	5.3285	26Oct04	59.073	-3.2388	0.2558	6.5229	2.5540	4.2141	5.9508
03Ago04	48.476	1.4967	-0.0017	5.0168	2.2398	3.8956	5.2187	-29Oct04	59.514	0.7438	0.3911	6.8526	2.6176	4.3193	6.0994
04Ago04	48.237	-2.5361	-0.1682	4.9079	2.2154	3.6554	5.1619	01Nov04	56.9814	-4.3487	0.0646	6.4762	2.5445	4.1990	5.8295
05Ago04	49.6986	2.9850	0.0958	4.9971	2.2354	3.6885	5.2066	02Nov04	56.0198	-1.7023	0.3878	7.2183	2.6867	4.4331	6.2600
06Ago04	49.0056	-1.4042	0.0537	5.2332	2.2876	3.7746	5.3302	03Nov04	57.645	2.8602	0.4284	7.0509	2.6553	4.3813	6.1870
09Ago04	49.3206	0.6407	-0.0286	5.1003	2.2584	3.7263	5.2621	04Nov04	54.9906	-4.7141	0.0120	6.9838	2.8427	4.3604	6.1575
10Ago04	48.6486	-1.3719	-0.1375	4.8839	2.2099	3.6464	5.1492	05Nov04	55.419	0.7760	0.0216	7.8457	2.8010	4.6217	6.5264
11Ago04	48.5142	-0.2766	0.1405	4.7454	2.1784	3.5943	5.0757	08Nov04	54.936	-0.6754	0.0620	7.4138	2.7228	4.4927	6.3442
12Ago04	49.3416	1.6911	0.1296	4.5422	2.1313	3.5166	4.9658	09Nov04	54.411	-0.9603	0.0173	7.0342	2.6522	4.3761	6.1796
13Ago04	51.114	3.5291	-0.0865	4.4829	2.1173	3.4935	4.9333	10Nov04	57.1032	-0.6294	-0.0200	6.6897	2.5865	4.2676	6.0264
16Ago04	50.085	-2.0337	-0.0957	5.0271	2.2421	3.6995	5.2241	11Nov04	55.5282	-2.7969	-0.1937	7.6417	2.7644	4.5612	6.4410
17Ago04	50.825	1.8632	0.0942	5.0025	2.2366	3.6904	5.2113	12Nov04	55.356	-0.3106	0.0505	7.5754	2.7523	4.5414	6.4130
18Ago04	51.219	0.5757	-0.1774	4.9072	2.2162	3.6551	5.1615	15Nov04	54.0035	-2.4734	0.0525	7.1407	2.6722	4.4091	6.2262
19Ago04	53.256	3.9000	-0.0546	4.7131	2.1710	3.5821	5.0583	16Nov04	53.697	-0.5694	-0.2187	7.0026	2.6632	4.3943	6.2052
20Ago04	51.8626	-2.8127	-0.1687	5.3822	2.3200	3.8279	5.4055	17Nov04	56.9436	5.8704	-0.2835	6.6966	2.5878	4.2698	6.0295
23Ago04	51.5886	-0.5663	0.0516	5.4536	2.3353	3.8532	5.4412	18Nov04	57.7248	1.3626	-0.3843	6.4551	2.9078	4.7978	6.7751
24Ago04	50.9082	-1.3277	-0.1353	5.2049	2.2814	3.7644	5.3157	19Nov04	60.3676	4.5097	-0.3507	6.1135	2.6484	4.6999	6.6388
25Ago04	48.993	-3.8347	-0.0963	5.0348	2.2438	3.7023	5.2281	22Nov04	58.38	-3.3810	-0.4859	6.9562	2.9927	4.9379	6.9730
26Ago04	48.815	-0.7745	0.0357	5.8673	2.3806	3.9280	5.5468	23Nov04	56.847	-2.8510	0.2174	6.8737	2.9789	4.9152	6.9408
27Ago04	49.1106	0.1043	0.1267	5.4167	2.3274	3.8402	5.4228	24Nov04	57.897	1.8302	0.1831	6.7925	2.9652	4.8926	6.9089
30Ago04	48.8166	-0.6004	-0.0860	5.1937	2.2790	3.7803	5.3100	29Nov04	57.519	-0.6550	0.0301	6.4045	2.8990	4.7834	6.7548
31Ago04	48.573	-0.5003	0.0700	4.9593	2.2270	3.6745	5.1888	30Nov04	55.8936	-2.8065	0.1913	7.9217	2.8146	4.6440	6.5579
01Sep04	50.6646	4.2160	0.0041	4.7474	2.1788	3.5951	5.0767	01Dic04	52.3446	-6.5601	0.2622	7.9774	2.8244	4.6603	6.5809
02Sep04	51.114	0.8831	0.0274	5.5318	2.3520	3.8808	5.4801	02Dic04	49.5516	-5.4834	0.4971	10.1200	3.1812	5.2490	7.4122
03Sep04	50.776	-0.6595	-0.1248	5.2964	2.3014	3.7973	5.3822	03Dic04	47.817	-3.5633	0.6001	11.4832	3.3887	5.5913	7.8956
07Sep04	50.2866	-0.9725	0.0766	5.0547	2.2483	3.7096	5.2384	08Dic04	46.998	-1.7276	0.4502	11.6995	3.4205	5.6438	7.9697
08Sep04	50.4	0.2253	0.1192	4.8786	2.2068	3.6444	5.1464	07Dic04	46.0068	-2.1316	0.2699	11.1903	3.3452	5.5196	7.7943
09Sep04	53.5208	6.0075	0.1448	4.6555	2.1577	3.5601	5.0273	08Dic04	47.8968	4.0269	0.2619	10.7800	3.2833	5.4174	7.6501
10Sep04	50.7698	-5.2769	-0.4169	6.3625	2.5264	4.1685	5.8864	09Dic04	50.0556	4.4086	0.0178	10.8752	3.2977	5.4413	7.6838
13Sep04	52.2186	2.8141	0.0395	7.3652	2.7139	4.4779	6.3234	10Dic04	46.977	-6.3476	-0.0011	11.2501	3.3541	5.5343	7.8151
14Sep04	53.9196	3.2055	-0.2162	7.3731	2.7153	4.4803	6.3267	13Dic04	50.1608	6.5572	0.4555	12.7755	3.5743	6.0978	8.3281
15Sep04	53.025	-1.8731	-0.4353	7.6058	2.7579	4.5505	6.4258	14Dic04	52.1724	3.9324	-0.0397	14.0059	3.7424	6.1750	8.7199
16Sep04	53.7768	1.4079	-0.3768	7.2474	2.6921	4.4420	6.2726	15Dic04	56.49	7.9510	-0.2685	13.9305	3.7324	6.1584	8.6964
17Sep04	55.02	2.2855	-0.1266	7.0110	2.6478	4.3689	6.1694	16Dic04	54.4656	-3.6494	-0.6570	16.7729	4.0955	6.7575	9.5424
20Sep04	55.4316	0.7453	-0.1682	6.9418	2.6347	4.3473	6.1369	17Dic04	55.9146	2.6256	-0.3122	16.0898	4.1102	6.6185	9.3461
21Sep04	57.2082	3.1547	-0.0928	6.5980	2.5687	4.2383	5.9850	20Dic04	54.264	-2.9965	-0.5925	15.4438	3.9299	6.4843	9.1566
22Sep04	57.9558	1.2963	0.1443	6.8281	2.6131	4.3116	6.0884	21Dic04	54.6798	0.7633	-0.3397	14.6898	3.8327	6.3240	8.9303
23Sep04	58.6236	1.1457	0.0974	6.5215	2.5537	4.2136	5.9502	22Dic04	53.0922	-2.9464	-0.3362	13.7403	3.7068	6.1162	8.6368
24Sep04	58.6026	-0.0358	-0.0958	6.2266	2.4953	4.1173	5.8141	23Dic04	52.3908	-1.3299	-0.2914	13.1823	3.6307	5.9907	8.4596
27Sep04	59.1234	0.8848	-0.0469	6.8938	2.4277	4.0057	5.6566	27Dic04	45.885	-13.2593	-0.1553	12.3470	3.5138	5.7978	8.1872
28Sep04	59.0226	-0.1706	-0.0339	6.6367	2.3742	3.9174	5.5318	28Dic04	48.0816	4.6761	0.4540	12.1742	4.4015	5.7925	10.7216
29Sep04	58.6548	-0.2850	0.0514	6.3526	2.3136	3.8174	5.3906	29Dic04	49.98	3.8723	0.5272	20.8148	5.6043	7.4816	10.5790
30Sep04	59.136	0.4770	-0.2062	5.9669	2.2578	3.7251	5.2603	30Dic04	49.5936	-0.7761	0.5501	19.7464	4.4437	7.3321	10.3538
01Oct04	60.166	1.7600	0.0009	4.8818	2.2095	3.6456	5.1481	03Ene05	46.7208	-5.9672	0.2458	18.4179	4.2916	7.0812	9.9995
04Oct04	59.2158	-1.6251	0.0963	4.8318	2.1991	3.6269	5.1217	04Ene05	49.035	4.8345	0.7237	19.2688	4.3696	7.2429	10.2276
05Oct04	60.166	1.6251	0.0468	4.7785	2.1880	3.6069	5.0933	05Ene05	49.392	0.7254	0.4649	18.8303	4.3394	7.1600	10.1108
06Oct04	60.0432	-0.2375	-0.2350	4.7030	2.1686	3.5782	5.0529	06Ene05	51.9245	5.0004	0.3886	17.4810	4.1810	6.8987	9.7418
07Oct04	59.7576	-0.4768	0.0366	4.4955	2.1198	3.4976	4.9391	07Ene05	52.101	0.3391	-0.3123	17.4330	4.1753	6.8892	9.7284
08Oct04	61.299	2.5467	0.1894	4.9255	2.0798	3.4317	4.8460	10Ene05	52.9746	1.6628	0.1753	16.2168	4.0270	6.6446	9.3829
11Oct04	61.929	1.0225	-0.0906	4.5001	2.1214	3.5002	4.9428	11Ene05	53.8256	1.2214	-0.3611	15.1997	3.8987	6.4328	9.0839
12Oct04	60.9588	-1.5790	0.0270	4.3767	2.0921	3.4519	4.6745	12Ene05	53.739	0.2112	-0.3934	14.2813	3.7791	6.2354	8.8052
13Oct04	63.4536	4.0111	0.0880	4.3387	2.0829	3.4369	4.8533	13Ene05	55.0956	2.4931	-0.8865	13.1619	3.6492	6.0212	8.5027
14Oct04	65.2806	2.8386	-0.2237	5.0329	2.2434	3.7016	5.2272	14Ene05	55.314	0.3956	-0.4013	12.9786	3.6028	5.9443	8.3940
15Oct04	65.1	-0.2770	-0.2429	5.3240	2.3074	3.8072	5.3762	18Ene05	54.9696	-0.6246	-0.8883	12.1349	3.4835	5.7478	8.1166
18Oct04	62.8908	-3.4525	-0.2878	5.0543	2.2504	3.7132	5.2434	19Ene05	54.7386	-0.4121	-0.1763	11.3276	3.3657	5.5533	7.8420
19Oct04	63.1386	0.3932	-0.0776	5.3959	2.3229	3.8328	5.4124	20Ene05	54.6756	-0.1152	0.0382	10.5852	3.2535	5.3683	7.5806
20Oct04	64.9446	2.8202	-0.0900	5.1427	2.2678	3.7418	5.2839	21Ene05	55.5576	1.6003	0.1190	9.9009	3.1466	5.1918	7.3316
21Oct04	65.7426	1.2213	-0.0971	5.3739	2.3182	3.8250	5.4013	24Ene05	56.2716	1.2770	-0.1803	9.3940	3.0650	5.0572	7.1413
22Oct04	65.8476	0.1596	-0.2087	5.2078	2.2821	3.7654	5.3172	25Ene05	57.456	2.0829	0.5899	8.9241	2.9873	4.9251	6.9605
25Oct04	64.26	-2.4406	-0.0554	4.9651	2.2282	3.6766	5.1918	26Ene05	56.888	-1.0287	0.0888	8.4983	2.9152	4.8100	6.7924
26Oct04	64.6926	0.6709	0.0715	5.0543	2.2482	3.7095	5.2382	27Ene05	56.2086	-1.1663	0.1321	8.0517	2.8376	4.6820	6.6115
27Oct04	61.0176	-5.8484	-0.0254	4.8365	2.1992	3.6287	5.1242	28Ene05	54.579	-2.9421	0.1707	7.6659	2.7667	4.5884	6.4512

	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
31Ene05	56.3896	1.4743	0.5365	7.7614	2.7859	4.5968	6.4912	17May05	60.543	1.8437	-0.1666	4.8760	2.2082	3.6435	5.1450
01Feb05	54.024E	-2.4652	0.0963	7.3538	2.7118	4.4744	6.3185	18May05	59.514	-1.7142	-0.2092	4.8368	2.1993	3.6288	5.1243
02Feb05	53.0166	-1.8834	0.1373	7.3073	2.7032	4.4603	6.2985	19May05	60.398	1.4711	-0.2640	4.7438	2.1780	3.5937	5.0748
03Feb05	52.3446	-1.2756	0.0482	7.1166	2.6677	4.4017	6.2157	20May05	59.388	-1.6543	-0.0188	4.7003	2.1680	3.5772	5.0515
04Feb05	52.4288	0.1803	0.0824	6.8103	2.6096	4.3059	6.0805	23May05	59.178	-0.5821	0.0429	4.6467	2.1556	3.5568	5.0226
07Feb05	50.442	-3.8628	-0.0534	6.4305	2.5358	4.1841	5.9085	24May05	60.207	1.7239	0.2878	4.4507	2.1097	3.4809	4.9155
08Feb05	51.5214	-2.1173	0.0613	6.8972	2.6262	4.3333	6.1191	25May05	61.677	2.4192	-0.0111	4.3776	2.0923	3.4522	4.8750
09Feb05	53.1006	3.0191	-0.0657	6.7477	2.5976	4.2851	6.0525	26May05	62.6138	1.5071	0.0384	4.5246	2.1271	3.5097	4.9562
10Feb05	54.852	3.2450	-0.2033	6.9078	2.6283	4.3366	6.1239	27May05	62.8866	0.4351	-0.1355	4.4509	2.1097	3.4810	4.9156
11Feb05	54.5496	-0.5528	-0.2176	7.1884	2.6811	4.4239	6.2470	31May05	63.7098	1.3005	-0.0001	4.2801	2.0688	3.4136	4.8204
14Feb05	54.222	-0.6024	0.0062	6.7841	2.6046	4.2976	6.0688	01Jun05	67.284	5.4584	-0.3254	4.1999	2.0494	3.3815	4.7750
15Feb05	54.0456	-0.3259	0.0051	6.4269	2.5351	4.1830	5.9089	02Jun05	67.053	-0.3439	-0.3934	5.9122	2.4315	4.0120	5.6654
16Feb05	56.1876	3.8668	-0.0254	6.0640	2.4666	4.0699	5.7471	03Jun05	69.342	3.3567	-0.1730	5.6050	2.3675	3.9083	5.5162
17Feb05	54.9906	-2.1534	-0.3601	6.5233	2.5738	4.2464	5.9964	06Jun05	69.1572	-0.2669	-0.3190	6.0230	2.4542	4.0494	5.7183
18Feb05	56.5446	2.7867	-0.1137	6.4392	2.5376	4.1870	5.9125	07Jun05	68.4348	-1.0501	-0.1246	5.7068	2.3869	3.9417	5.5651
22Feb05	60.1566	8.1921	-0.3680	6.5822	2.5617	4.2268	5.9687	08Jun05	66.265	-3.2371	0.0658	5.4642	2.3376	3.8570	5.4465
23Feb05	61.8056	2.3802	-0.6019	6.8221	2.9363	4.8450	6.8417	09Jun05	69.0732	4.1656	0.2675	5.8065	2.4097	3.9780	5.6145
24Feb05	61.2486	-0.5812	-0.3914	6.5624	2.9262	4.8282	6.8179	10Jun05	68.7876	-0.4143	-0.0870	6.3621	2.5223	4.1618	5.8770
25Feb05	61.3536	0.1713	-0.0732	6.0425	2.8359	4.6793	6.6077	13Jun05	71.106	3.9148	0.0068	6.0243	2.4544	4.0498	5.7189
28Feb05	62.181	1.3396	-0.2654	7.5860	2.7506	4.5385	6.4090	14Jun05	70.0224	-1.5357	-0.1332	6.3232	2.5146	4.1491	5.8590
01Mar05	62.3154	0.2159	-0.0203	7.2696	2.6962	4.4488	6.2822	15Jun05	69.006	-1.4622	0.1545	6.0931	2.4684	4.0729	5.7514
02Mar05	63.6216	2.0744	0.1787	6.8554	2.6183	4.3202	6.1006	16Jun05	69.3798	0.5402	0.1488	5.9180	2.4327	4.0140	5.6682
03Mar05	62.874	-1.1820	0.2005	6.6738	2.5834	4.2626	6.0192	17Jun05	70.182	1.1496	0.1515	5.6188	2.3704	3.9112	5.5230
04Mar05	62.328	-0.8722	0.1362	6.4122	2.5322	4.1782	5.9001	20Jun05	70.35	0.2391	0.1068	5.3912	2.3219	3.8311	5.4100
07Mar05	62.5718	0.3901	0.2523	6.1215	2.4742	4.0824	5.7648	21Jun05	69.1446	-1.7283	0.1980	5.1270	2.2663	3.7361	5.2758
08Mar05	63.3282	2.1449	0.0284	5.7983	2.4080	3.9731	5.6105	22Jun05	69.3546	0.9033	0.0717	5.0918	2.2545	3.7232	5.2576
09Mar05	63.231	-1.0966	-0.0432	5.7520	2.3983	3.9572	5.5881	23Jun05	71.295	2.7594	0.1001	4.8538	2.2031	3.6352	5.1333
10Mar05	62.727	-0.8003	-0.2012	5.5169	2.3495	3.8786	5.4742	24Jun05	70.4256	-1.2269	-0.0852	5.0298	2.2427	3.7005	5.2255
11Mar05	63.6846	1.5151	0.0511	5.2645	2.2944	3.7858	5.3481	27Jun05	70.7826	0.5056	-0.0948	4.8671	2.2062	3.6401	5.1403
14Mar05	63.294	-0.8152	0.2394	5.1300	2.2650	3.7372	5.2774	28Jun05	68.5778	-3.1647	-0.4332	4.6648	2.1598	3.5636	5.0323
15Mar05	63.882	0.9247	0.2728	4.9270	2.2197	3.6825	5.1719	29Jun05	68.0946	-0.7068	0.0611	4.8777	2.2086	3.6441	5.1459
16Mar05	66.234	3.8166	-0.0660	4.7233	2.1733	3.6860	5.0638	30Jun05	68.3046	0.3079	-0.0921	4.8872	2.1650	3.5723	5.0445
17Mar05	65.7604	-1.3277	-0.0912	5.2743	2.2966	3.7894	5.3511	01Jul05	71.6436	4.7727	0.0775	4.4880	2.1185	3.4955	4.9361
18Mar05	65.4068	0.0707	-0.0607	5.1045	2.2593	3.7279	5.2642	05Jul05	72.471	1.1483	-0.1704	5.5355	2.3528	3.8821	5.4819
21Mar05	65.5746	0.2565	-0.2881	4.8635	2.2053	3.6388	5.1384	06Jul05	75.6588	4.3047	-0.0694	5.3564	2.3144	3.8187	5.3925
22Mar05	64.1466	-2.2017	-0.1940	4.6577	2.1582	3.5610	5.0285	07Jul05	73.7646	-2.5355	-0.3710	6.1698	2.4839	4.0984	5.7875
23Mar05	64.554	0.6331	-0.0440	4.6785	2.1630	3.5689	5.0398	08Jul05	71.8956	-2.5664	-0.0465	6.1050	2.4708	4.0769	5.7570
24Mar05	64.764	0.3248	-0.0937	4.4968	2.1206	3.4989	4.9409	11Jul05	70.476	-1.9943	-0.0495	5.1391	2.4777	4.0882	5.7331
28Mar05	65.436	1.0323	-0.1081	4.3138	2.0770	3.4270	4.8394	12Jul05	72.723	3.1386	0.0491	6.0280	2.4548	4.0504	5.7197
29Mar05	64.596	-1.2920	-0.0287	4.2090	2.0516	3.3851	4.7802	13Jul05	70.8996	-2.8232	-0.0264	6.2451	2.4992	4.1237	5.8232
30Mar05	66.9946	2.1420	-0.0936	4.1292	2.0320	3.3529	4.7347	14Jul05	68.292	-3.4653	0.1682	6.3509	2.5201	4.1582	5.8718
31Mar05	68.0526	3.0708	-0.1255	4.2472	2.0609	3.4004	4.8016	15Jul05	68.985	1.0096	0.1554	6.7577	2.5996	4.2893	6.0570
01Abr05	70.287	3.2306	-0.1029	4.6490	2.1582	3.5577	5.0239	18Jul05	67.41	-2.3096	0.0583	6.4229	2.5343	4.1817	5.9050
04Abr05	69.7326	-0.7919	-0.2343	5.0687	2.2514	3.7148	5.2457	19Jul05	67.515	0.1556	0.0752	6.3895	2.5277	4.1708	5.8896
05Abr05	68.8296	-1.3034	-0.1555	4.8471	2.2018	3.6327	5.1298	20Jul05	66.234	-1.9156	-0.0038	6.0438	2.4584	4.0564	5.7281
06Abr05	67.5066	-1.9409	0.1543	4.7000	2.1880	3.5771	5.0513	21Jul05	65.52	-1.0836	-0.0258	5.9313	2.4354	4.0184	5.6745
07Abr05	64.6036	-4.5504	0.1501	4.7376	2.1788	3.5914	5.0715	22Jul05	66.5826	1.6088	0.2719	5.8653	2.3844	3.9342	5.5556
08Abr05	63.7058	-1.2449	0.2149	5.7677	2.4016	3.9627	5.5957	25Jul05	67.3176	1.0978	0.1155	5.4968	2.3445	3.8685	5.4627
11Abr05	63.2772	-0.6747	0.2120	5.5919	2.3647	3.9018	5.5098	26Jul05	67.5066	0.2804	0.3256	5.2773	2.2972	3.7904	5.3525
12Abr05	61.9122	-2.1608	0.0240	5.3546	2.3140	3.8181	5.3916								
13Abr05	63.4032	2.3797	-0.0215	5.3657	2.3164	3.8221	5.3972								
14Abr05	64.1256	1.1329	-0.0426	5.4268	2.3295	3.8437	5.4278								
15Abr05	64.1486	0.0327	-0.0333	5.2564	2.2883	3.7757	5.3318								
18Abr05	63.3696	-1.2187	-0.0830	4.9839	2.2325	3.6836	5.2017								
19Abr05	65.205	2.8552	0.1800	4.8242	2.1964	3.6241	5.1176								
20Abr05	65.772	0.8658	0.0822	5.0073	2.2377	3.6922	5.2138								
21Abr05	67.284	2.2728	0.1272	4.8077	2.1926	3.6179	5.1089								
22Abr05	67.935	0.9629	-0.0953	4.8466	2.2020	3.6332	5.1305								
25Abr05	66.675	-1.8721	-0.0932	4.8903	2.1657	3.5734	5.0461								
26Abr05	65.709	-1.4594	-0.1434	4.8597	2.1588	3.5618	5.0296								
27Abr05	63.5796	-3.2943	-0.3327	4.5511	2.1333	3.5200	4.9707								
28Abr05	64.386	1.2604	-0.2408	4.8471	2.2016	3.6327	5.1298								
29Abr05	61.6476	-4.3462	-0.1855	4.7527	2.1801	3.5971	5.0795								
02May05	63.4746	2.9206	0.0400	5.5126	2.3479	3.8740	5.4706								
03May05	62.265	-1.9240	0.0783	5.7041	2.3883	3.9407	5.5648								
04May05	64.0122	2.7674	0.3605	5.6390	2.3747	3.9182	5.5330								
05May05	63.1596	-1.3409	0.1473	5.6795	2.3832	3.9322	5.5528								
06May05	62.58	-0.9219	0.1203	5.5155	2.3485	3.8750	5.4720								
09May05	63	0.6689	0.3131	5.3013	2.3025	3.7991	5.3647								
10May05	63.252	0.3992	0.0887	5.0505	2.2473	3.7081	5.2363								
11May05	60.8328	-3.8998	0.0783	4.8183	2.1951	3.6218	5.1145								
12May05	60.3036	-0.8737	0.2440	5.4893	2.3429	3.8656	5.4580								
13May05	60.333	0.0487	0.1536	5.2864	2.2992	3.7937	5.3572								
16May05	59.556	-1.2962	-0.0907	5.0303	2.2428	3.7007	5.2558								

C.5 Estimaciones para el diesel industrial

Nota: El precio de referencia es el de la Costa de Golfo en EUA, con contenido de azufre de 1%.

- (1) Precios (dólares por barril).
- (2) Tasa de variación de crecimientos logarítmicos.
- (3) Pronóstico de la tasa de variación.
- (4) Varianza estimada con GARCH-M(1,1).
- (5) Desviación estándar.
- (6) Valor en Riesgo, con 95% de confianza.
- (7) Valor en Riesgo, con 99% de confianza.

Fecha	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Fecha	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
14May04	30.74598	1.2106	0.088768	1.7781	1.3334	2.2002	3.1069	17Ago04	26.25	0	0.0068	1.78751	1.3370	2.2060	3.1152
17May04	30.74586	0.0000	0.254073	1.8418	1.3571	2.2392	3.1621	18Ago04	26.25	0	-0.185	1.7112	1.3081	2.1584	3.0479
18May04	30.49998	-0.8160	0.17836	1.7838	1.3281	2.1913	3.0944	19Ago04	26.86	2.3717	-0.131	1.6570	1.2673	2.1240	2.9993
19May04	30.49998	0.0000	-0.15319	1.8469	1.3590	2.2424	3.1665	20Ago04	26.3798	-1.8785	0.4936	2.3782	1.5422	2.5446	3.5932
20May04	29.24964	-4.1859	-0.02737	1.7521	1.3237	2.1841	3.0842	23Ago04	26.25	-0.4932	-0.236	2.9259	1.7105	2.8224	3.9855
21May04	28.74984	-1.7235	-0.96391	4.0396	2.0099	3.3163	4.6530	24Ago04	25.9987	-0.9582	-0.158	2.5283	1.5901	2.6236	3.7049
24May04	28.99974	0.8655	-0.78775	3.4002	1.8440	3.0426	4.2965	25Ago04	25.7498	-0.9658	-0.21	2.3363	1.5292	2.5231	3.5629
25May04	29.49995	1.7102	-0.0649	3.1475	1.7741	2.9273	4.1337	26Ago04	25.7498	0.0000	-0.247	2.1937	1.4811	2.4439	3.4510
26May04	29.74985	0.8436	0.284793	3.0223	1.7385	2.8685	4.0507	27Ago04	25.7498	0.0000	-0.094	1.9982	1.4138	2.3324	3.2936
27May04	29.24964	-1.6957	-0.238305	2.6031	1.6134	2.6621	3.7592	30Ago04	25.6297	-0.4676	0.099	1.8580	1.3631	2.2491	3.1760
28May04	29.24964	0.0000	-0.3216	2.8283	1.6818	2.7749	3.9185	31Ago04	25.6297	0.0000	-0.193	1.8163	1.3477	2.2327	3.1402
01Jun04	30.24965	3.3618	-0.41904	2.4470	1.5643	2.5811	3.6448	01Sep04	25.68	0.9719	-0.108	1.7315	1.3159	2.1712	3.0660
02Jun04	28.74984	-5.0853	0.251363	3.9333	1.9832	3.2724	4.6210	02Sep04	25.5797	-1.1671	0.127	1.7984	1.3410	2.2127	3.1246
03Jun04	28.74984	0.0000	-1.21902	7.1238	2.9681	4.4039	6.8189	03Sep04	25.5797	0.0000	-0.236	1.9681	1.4029	2.3146	3.2687
04Jun04	28.74984	0.0000	-0.37161	5.6007	2.3866	3.9048	5.5141	07Sep04	25.5797	0.0000	-0.089	1.8394	1.3562	2.2378	3.1601
07Jun04	28.49994	-0.8730	-0.08108	4.3958	2.0968	3.4594	4.8851	08Sep04	25.3798	-0.7846	-0.068	1.7464	1.3215	2.1805	3.0791
08Jun04	28.49994	0.0000	-0.28667	3.6574	1.9124	3.1555	4.4560	09Sep04	26.1299	2.9127	-0.266	1.7660	1.3289	2.1927	3.0963
09Jun04	28.49994	0.0000	-0.10873	3.0274	1.7389	2.8709	4.0541	10Sep04	26.1299	0.0000	0.0666	2.9360	1.7141	2.6282	3.9938
10Jun04	28.49994	0.0000	0.197363	2.5814	1.6067	2.6510	3.7436	13Sep04	26.88	2.8303	0.2991	2.5870	1.6084	2.6539	3.7476
14Jun04	27.99972	-1.7707	-0.42311	2.2803	1.5101	2.4916	3.5185	14Sep04	26.6297	-0.9356	0.7005	3.0361	1.7425	2.8750	4.0599
15Jun04	27.49992	-1.8011	-0.80614	2.3309	1.5267	2.5191	3.5573	15Sep04	26.1299	-1.8947	0.0048	2.9894	1.7290	2.8529	4.0286
16Jun04	27.99972	1.8011	-0.6674	2.3121	1.5206	2.5089	3.5429	16Sep04	26.2298	0.3818	-0.508	3.0858	1.7566	2.8984	4.0930
17Jun04	27.99972	0.0000	0.137941	2.8076	1.6756	2.7647	3.9041	17Sep04	26.4298	0.7593	-0.188	2.6996	1.6430	2.7110	3.8283
18Jun04	27.99972	0.0000	0.052319	2.4353	1.5605	2.5748	3.6361	20Sep04	26.4298	0.0000	0.2871	2.4419	1.5627	2.5784	3.6410
21Jun04	27.2496	-2.7156	0.019844	2.1685	1.4726	2.4288	3.4312	21Sep04	26.4298	0.0000	0.2076	2.1902	1.4759	2.4419	3.4482
22Jun04	27.2496	0.0000	-0.65208	3.0268	1.7398	2.8706	4.0537	22Sep04	26.9997	2.1335	0.2796	2.0054	1.4161	2.3365	3.2996
23Jun04	27.2496	0.0000	-0.37301	2.6180	1.6180	2.6598	3.7700	23Sep04	27.6297	2.0066	0.574	2.2656	1.5052	2.4636	3.5071
24Jun04	27.2496	0.0000	-0.26931	2.3026	1.5174	2.5038	3.5357	24Sep04	27.6297	2.0066	0.6948	2.3922	1.5467	2.5520	3.6037
25Jun04	27.2496	0.0000	-0.0338	2.0756	1.4407	2.3771	3.3568	27Sep04	27.9997	1.3303	0.3248	2.2185	1.4895	2.4578	3.4705
28Jun04	26.4999	-2.7888	0.018601	1.9130	1.3831	2.2621	3.2226	28Sep04	27.9997	0.0000	0.5002	2.1193	1.4658	2.4021	3.3920
29Jun04	26.4999	0.0000	-0.86873	2.8958	1.7017	2.8078	3.9650	29Sep04	27.9997	0.0000	0.1897	1.9901	1.4107	2.3277	3.2870
30Jun04	26.7498	0.9386	-0.4827	2.5313	1.5910	2.6252	3.7071	30Sep04	26.1299	-0.4639	0.0377	1.8630	1.3649	2.2521	3.1803
01Jul04	27.2496	1.8512	0.044505	2.4573	1.5676	2.5805	3.6525	01Oct04	28.3798	0.8845	0.2784	1.7774	1.3332	2.1998	3.1064
02Jul04	27.2496	0.0000	0.423459	2.5670	1.5991	2.6385	3.7258	04Oct04	28.9997	2.1609	0.4841	1.7374	1.3181	2.1749	3.0712
06Jul04	27.49992	0.9144	0.160613	2.2679	1.5126	2.4957	3.5243	05Oct04	29.3798	1.3022	0.7085	2.0029	1.4152	2.3351	3.2975
07Jul04	27.2496	-0.9144	0.312168	2.1167	1.4549	2.4006	3.3899	06Oct04	29.6297	0.8740	0.5948	1.8935	1.3760	2.2705	3.2082
08Jul04	27.3798	0.4767	-0.30172	2.1707	1.4733	2.4310	3.4329	07Oct04	29.6297	0.0000	0.4984	1.7877	1.3370	2.2061	3.1153
09Jul04	26.7498	-2.3279	0.150803	2.0391	1.4280	2.3562	3.3272	08Oct04	29.7499	0.4046	0.2066	1.7554	1.3249	2.1861	3.0871
12Jul04	26.25	-1.8881	-0.38008	2.7625	1.6581	2.7374	3.8556	11Oct04	31.5	5.7163	0.2438	1.6889	2.2996	2.1443	3.0280
13Jul04	26.25	0.0000	-0.50181	2.7303	1.6524	2.7264	3.8500	12Oct04	31.2497	-0.7978	1.5782	5.4198	2.3280	3.8413	5.4244
14Jul04	26.4999	0.9475	-0.25139	2.3923	1.5467	2.5521	3.6038	13Oct04	31.9998	2.3721	0.5582	5.1014	2.2588	3.7267	5.2628
15Jul04	26.37978	-0.4543	0.16958	2.2908	1.5135	2.4973	3.5265	14Oct04	31.9998	0.0000	0.8803	4.3991	2.0972	3.4603	4.8864
16Jul04	26.37978	0.0000	-0.05039	2.1327	1.4604	2.4096	3.4027	15Oct04	31.9998	0.0000	0.4107	3.6816	1.9168	3.1659	4.4707
19Jul04	26.37978	0.0000	0.01472	1.9529	1.3975	2.3058	3.2561	18Oct04	31.2497	-2.3721	0.1558	3.0796	1.7548	2.8955	4.0889
20Jul04	25.87998	-1.8128	-0.27967	1.8278	1.3519	2.2307	3.1500	19Oct04	30.7498	-1.6123	-0.523	3.5326	1.6795	3.1012	4.3793
21Jul04	25.87998	0.0000	-0.52299	2.1266	1.4583	2.4062	3.3978	20Oct04	31.2497	1.6123	-0.143	3.1300	1.7692	2.9191	4.1222
22Jul04	26.12988	0.9610	-0.19836	1.9716	1.4041	2.3168	3.2717	21Oct04	31.2497	0.0000	0.2809	3.0015	1.7325	2.8586	4.0367
23Jul04	26.25	0.4587	0.225434	1.9867	1.4095	2.3257	3.2842	22Oct04	32.2497	3.1500	0.2749	2.5841	1.6075	2.8524	3.7455
26Jul04	26.25	0.0000	0.195837	1.8524	1.3610	2.2457	3.1712	25Oct04	32.2497	0.0000	0.8974	3.2667	1.8074	2.9822	4.2112
27Jul04	26.25	0.0000	0.074278	1.7664	1.3291	2.1930	3.0967	26Oct04	32.7499	1.5392	0.2364	2.8856	1.6987	2.8029	3.9580
28Jul04	26.37978	0.4932	0.028173	1.6987	1.3083	2.1505	3.0368	27Oct04	31.9998	-2.3171	0.2952	2.6653	1.6326	2.6937	3.8039
29Jul04	26.62968	0.9429	-0.00528	1.6659	1.2907	2.1297	3.0073	28Oct04	31.9998	0.0000	-0.666	3.2948	1.8151	2.9949	4.2292
30Jul04	26.9997	1.3799	0.290242	1.7208	1.3116	2.1645	3.0565	29Oct04	31.6298	-1.1631	-0.105	2.8075	1.6756	2.7647	3.9041
02Ago04	27.2496	0.9213	0.577789	1.7934	1.3392	2.2096	3.1203	01Nov04	30.2497	-4.4614	-0.255	2.8063	1.6144	2.6638	3.7618
03Ago04	27.49992	0.9144	0.411176	1.7223	1.3124	2.1654	3.0578	02Nov04	28.7498	-5.0853	-0.97	4.7162	2.1717	3.5833	5.0600
04Ago04	26.7498	-2.7656	0.378066	1.6864	1.2986	2.1427	3.0258	03Nov04	28.9997	0.8655	-1.63	6.1391	2.4777	4.0883	5.7731
05Ago04	26.7498	0.0000	-0.52837	3.0016	1.7325	2.8586	4.0368	04Nov04	27.4999	-5.3104	-0.299	5.4741	2.3397	3.8605	5.4514
06Ago04	26.62968	-0.4501	-0.06844	2.5952	1.6078	2.6529	3.7463	05Nov04	26.9997	-1.8357	-1.568	7.7891	2.7909	4.6050	6.5028
09Ago04	26.25	-1.4380	-0.06836	2.3021	1.5173	2.5035	3.5353	08Nov04	25.9997	-3.7742	-1.117	9.9558	2.4405	4.0268	6.6863
10Ago04	25.99968	-0.9682	-0.2768	2.3541	1.5343	2.5316	3.5749	09Nov04	25.25	-2.9259	-1.505	5.6803	2.3833	3.9325	5.5532
11Ago04	25.99968	0.0000	-0.27234	2.1888	1.4795	2.4411	3.4472	10Nov04	26.25	3.8841	-1.598	4.7733	2.1848	3.6049	5.0905
12Ago04	25.99968	0.0000	-0.038359	1.9958	1.4127	2.3310	3.2917	11Nov04	25.7498	-1.9240	-0.071	7.5166	2.7416	4.5203	6.3880
13Ago04	26.25	0.9582	-0.11124	1.8588	1.3626	2.2484	3.1750	12Nov04	25.7498	0.0000	-0.433	6.2799	2.5080	4.1348	5.8388
16Ago04	26.25	0.0000	0.190549	1.8829	1.3722	2.2841	3.1972	15Nov04	24.3797	-5.4674	-0.541	4.8764	2.2083	3.6438	5.1452

Fecha	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Fecha	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
16Nov04	23 74974	-2 6181	-1 68011	7 2431	2 8913	4 4406	6 2707	10Mar05	30 5	-0 816	0 8303	2 56376	1 6012	2 6419	3 7307
17Nov04	23 74974	0 0000	-1 57283	5 7088	2 3893	3 9424	5 5671	11Mar05	30 8998	1 62541	0 239	2 65767	1 6302	2 8999	3 7984
18Nov04	23 49984	-1 0578	-0 8813	4 7250	2 1737	3 5866	5 0647	14Mar05	30 8998	0	0 5137	2 5334	1 5917	1 8262	3 7086
19Nov04	24 24996	3 1421	-0 38203	3 7884	1 9464	3 2115	4 5351	15Mar05	30 7499	-0 8094	0 2547	2 28478	1 5115	2 4941	3 5219
22Nov04	24 24996	0 0000	0 459115	4 5979	2 1443	3 5381	4 9982	16Mar05	31 2497	1 6123	-0 1	2 23726	1 4957	2 4680	3 4851
23Nov04	24 49986	1 0252	0 174136	3 7332	1 9321	3 1680	4 5019	17Mar05	32 4996	3 92186	0 5109	2 38397	1 5375	2 5369	3 5824
24Nov04	24 49986	0 0000	-0 06742	3 1449	1 7734	2 9261	4 1320	18Mar05	32 9998	1 62541	0 239	3 59968	1 8615	3 1044	4 3638
29Nov04	24 24996	-1 0252	-0 42308	2 8641	1 6322	2 8932	3 8031	21Mar05	33 2497	0 75442	0 8422	2 94586	1 7803	2 8319	3 9990
30Nov04	23 74974	-2 0843	-0 38101	2 2926	1 5468	2 5522	3 6040	22Mar05	32 7499	-1 5148	0 651	2 52948	1 9164	2 6242	3 7057
01Dic04	22 49982	-5 4064	-0 81057	2 5821	1 6007	2 6411	3 7296	23Mar05	32 7499	0	-0 121	2 9061	1 7047	2 8128	3 9720
02Dic04	20 49978	-9 3053	-1 39765	5 1418	2 2676	3 7415	5 2834	24Mar05	32 7499	0	-0 127	2 49616	1 5799	2 6069	3 6812
03Dic04	20 24988	-1 2265	-2 79134	12 5539	3 5431	5 8462	8 2555	28Mar05	32 2497	-1 5392	0 2587	2 20822	1 4880	2 4519	3 4624
06Dic04	20 74968	2 4382	-1 19918	9 6052	3 0903	5 0870	7 1835	29Mar05	32 4996	0 7199	0 0378	2 47626	1 5766	2 5965	3 6665
07Dic04	21 2499	2 3821	0 194972	8 6551	2 8437	4 8570	6 8587	30Mar05	32 4996	0	0 3102	2 24518	1 4884	2 4723	3 4913
08Dic04	21 2499	0	0 522236	7 05804	2 9657	4 3835	6 1901	31Mar05	33 7499	3 77508	0 136	2 05386	1 4331	2 3647	3 3392
09Dic04	21 2499	0	0 05014	5 47915	2 3408	3 8623	5 4540	01Abr05	34 75	2 91998	0 8611	3 53201	1 8794	3 1009	4 3789
10Dic04	20 74966	-2 3821	-0 47718	4 3105	2 0782	3 4257	4 8375	04Abr05	34 9998	0 71656	1 001	3 42166	1 8498	3 0522	4 3101
13Dic04	21	1 1952	-1 42034	4 0298	2 0074	3 3123	4 8773	05Abr05	35 1298	0 37012	0 5537	2 88074	1 6973	2 8005	3 9548
14Dic04	22 74972	6 0030	-0 38945	4 0892	2 0222	3 3366	4 7117	06Abr05	35 9998	2 44704	0 1907	2 49007	1 5780	2 6037	3 8787
15Dic04	25 49988	11 4121	2 052011	12 2115	3 4945	5 7659	8 1422	07Abr05	36 9998	2 73996	0 7563	2 80551	1 6750	2 7637	3 9027
16Dic04	25 24998	-0 9848	3 719373	19 8840	4 4591	7 3576	10 3898	08Abr05	35 4997	-1 1392	0 9176	2 88098	1 8973	2 8006	3 8547
17Dic04	26 7498	5 7702	1 21302	17 7024	4 2074	6 9423	9 8033	11Abr05	34 75	-2 1345	-0 525	5 98415	2 4430	4 0308	5 8921
20Dic04	25 24998	-1 9670	2 020953	15 2723	3 8080	6 4482	9 1056	12Abr05	36 4997	4 91251	-0 443	5 05992	2 2494	3 7116	5 2412
21Dic04	25 74978	5 7702	-0 62255	19 8573	4 4337	7 3155	10 3304	13Abr05	35 4997	-2 778	0 8456	5 73808	2 456	4 5302	6 3971
22Dic04	24 49986	-4 9759	0 294185	14 8473	3 8662	6 3792	9 0082	14Abr05	36 4997	2 77804	-0 328	7 64664	2 7653	4 5627	6 4430
23Dic04	24 49986	0 0000	-0 33943	14 9547	3 8671	6 3808	9 0164	15Abr05	36 2498	-0 667	0 7241	6 93718	2 6339	4 3459	6 1369
27Dic04	23 99954	-2 0629	0 746786	10 8656	3 3114	5 4639	7 7156	18Abr05	35 75	-1 3884	0 2079	5 56989	2 3791	3 9254	5 5432
28Dic04	24 49986	2 0629	-0 15296	9 3634	3 0600	5 0490	7 1297	19Abr05	36 75	2 75885	-0 614	4 83535	2 1989	3 6283	5 1235
29Dic04	25 74978	4 9759	0 957063	7 5595	2 7485	4 5366	6 4063	20Abr05	37 9998	3 34458	0 2554	5 20577	2 2816	3 7647	5 3162
30Dic04	25 49988	-0 9752	1 023417	7 6802	2 7713	4 5727	6 4572	21Abr05	37 4997	-1 3251	1 2278	5 23412	2 2873	3 7749	5 3306
03Ene05	26 25	2 8892	0 358099	8 4764	2 5449	4 1990	5 9296	22Abr05	39 4997	5 19612	-0 053	5 08989	2 2561	3 7226	5 2567
04Ene05	26 4999	0 9475	0 487258	5 7354	2 3949	3 9515	5 8800	25Abr05	38 6299	-2 2267	1 4092	7 41598	2 7232	4 4933	8 3451
05Ene05	26 62968	0 4885	0 610173	4 4362	2 1204	3 4987	4 9406	26Abr05	38 2498	-0 9888	-0 143	7 5715	2 7516	4 5402	8 4113
06Ene05	26 12992	5 4807	0 297165	3 6231	1 9035	3 1407	4 4350	27Abr05	37 2498	-2 6492	-0 364	5 91482	2 3420	4 0129	5 6867
07Ene05	27 1299	-3 6197	1 590396	6 3298	2 5159	4 1512	5 8621	28Abr05	37 2498	0	-0 644	5 39493	3 2327	3 8325	5 4119
10Ene05	26 7498	-1 4109	0 114917	6 8806	2 9463	4 8614	6 8648	29Abr05	36 75	-1 3508	-0 007	4 27612	1 0679	3 4120	4 8182
11Ene05	26 7498	0	-0 48054	6 94233	2 6352	4 3481	6 1400	02May05	37 7496	2 68367	-0 396	3 74699	1 937	3 1939	4 5102
12Ene05	26 7498	0	0 023511	5 34619	2 3122	3 8151	5 3874	03May05	36 4997	-3 3671	0 813	4 21957	2 0542	3 3894	4 7862
13Ene05	26 9997	0 92988	0 303956	4 21556	2 0532	3 3878	4 7839	04May05	36 4997	0	-0 808	5 85399	2 4193	3 9922	5 6374
14Ene05	27 2498	0 92131	0 275546	3 48942	1 8681	3 0624	4 3527	05May05	36 4997	0	-0 431	4 82187	1 2499	3 5473	5 0092
18Ene05	27 1299	-0 44024	0 753903	2 8414	1 7150	2 8298	3 9961	06May05	37 4997	2 70294	-0 378	3 71263	1 9268	3 1792	4 4895
19Ene05	27 1299	0	-0 00348	2 74534	1 8569	2 7339	3 8606	09May05	37 9998	1 32511	0 5671	4 19733	2 0487	3 3804	4 7736
20Ene05	26 7498	-1 41094	0 091577	2 38475	1 5443	2 5430	3 5081	10May05	37 7496	-0 6609	0 4411	4 35348	1 8484	3 0663	4 3300
21Ene05	27 49992	2 78581	0 024409	2 46706	1 5707	2 5916	3 6597	11May05	36 4997	-3 3671	0 1972	3 07789	1 7544	2 8948	4 0978
24Ene05	27 49992	0	0 724819	3 09195	1 7584	2 9014	4 0971	12May05	35 4997	-2 778	-0 927	4 38738	2 0946	3 4561	4 8804
25Ene05	27 74982	0 90463	0 253856	2 71999	1 6492	2 7212	3 8427	13May05	35 4997	0	-1 054	4 05608	2 0140	3 3231	4 6926
26Ene05	27 74982	0	0 296353	2 40305	1 5502	2 5578	3 6119	16May05	35 4997	0	-0 4	3 41385	1 8477	3 0486	4 3050
27Ene05	27 74982	0	0 081157	2 16372	1 4710	2 4271	3 4273	17May05	35 4997	0	-0 095	2 86277	1 6920	2 7918	3 9423
28Ene05	26 9997	-2 74036	0 030782	1 97689	1 4067	2 3210	3 2775	18May05	35 4997	0	-0 046	2 46577	1 5703	2 5910	3 6587
31Ene05	27 74982	2 74036	-0 66905	2 91659	1 7078	2 8179	3 9792	19May05	35 4997	0	-0 09	2 18716	1 4789	2 4402	3 4459
01Feb05	27 2498	-1 81905	0 565348	3 91701	1 9791	3 2656	4 6114	20May05	35 4997	0	-0 286	1 99086	1 4110	2 3281	3 2876
02Feb05	26 9997	-0 92131	-0 15317	4 03486	2 0087	3 3143	4 6803	23May05	35 2498	-0 7064	-0 393	1 85755	1 3629	2 2488	3 1756
03Feb05	26 9997	0	-0 76169	3 32839	1 8244	3 0102	4 2508	24May05	35 2498	0	-0 419	1 78074	1 3344	2 2018	3 1093
04Feb05	25 7498	-0 92988	-0 25374	2 84583	1 6870	2 7835	3 9306	25May05	35 2498	0	-0 011	1 71912	1 3112	2 1634	3 0550
07Feb05	25 49988	-4 78533	-0 52813	2 53556	1 5823	2 6274	3 7102	26May05	34 9999	-0 7115	0 0721	1 66268	1 2894	2 1276	3 0044
08Feb05	25 24998	-0 98484	-1 35114	4 72182	2 1730	3 5854	5 0630	27May05	34 75	-0 7166	-0 321	1 72133	1 3120	2 1648	3 0569
09Feb05	25 24998	0	-0 62717	3 77655	1 9438	3 2074	4 5292	31May05	34 2497	-1 4499	-0 197	1 89417	1 3016	2 1476	3 0327
10Feb05	25 49988	0 98484	-0 18932	3 1412	1 7723	2 9244	4 1298	01Jun05	35 2498	2 87787	-0 526	1 87939	1 3209	2 2620	3 1942
11Feb05	25 49988	0	0 10202	2 8059	1 6751	2 7639	3 9029	02Jun05	35 6299	1 07253	0 474	3 20314	1 7897	2 9531	4 1701
14Feb05	25 74978	0 97523	0 11235	2 43187	1 5594	2 5731	3 6335	03Jun05	36 9998	3 77312	0 4899	2 73448	1 6536	2 7285	3 8529
15Feb05	25 74978	0	0 139943	2 23736	1 4958	2 4680	3 4852	06Jun05	37 2498	0 67314	1 0038	3 68583	1 8199	3 1678	4 4733
16Feb05	25 74978	0	-0 46427	2 03379	1 4261	2 3531	3 3228	07Jun05	37 2498	0	0 3743	3 07208	1 7527	2 8920	4 0839
17Feb05	25 49986	-0 97523	-0 21117	1 90055	1 3766	2 2747	3 2122	08Jun05	36 9998	-0 6731	0 1384	2 64471	1 6263	2 8833	3 7892
18Feb05	25 74978	0 97523	-0 4205	1 88551	1 3731	2 2657	3 1994	09Jun05	37 2498	0 67314	-0 399	2 42354	1 5568	2 5687	3 6273
22Feb05	26 7498	3 81009	0 113464	1 99974	1 4141	2 3333	3 2949	10Jun05	36 75	-1 3508	0 2958	2 27664	1 5095	2 4907	3 5172
23Feb05	26 25	-1 8861	0 951064	3 5488	1 8838	3 1083	4 3893	13Jun05	37 4997	2 01947	-0 105	2 45453	1 5667	2 5850	3 6504
24Feb05	27 99972	6 45285	-0 22388	4 0953	2 0237	3 3391	4 7182	14Jun05	37 2498	-0 6686	0 8133	2 70905	1 6459	2 7158	3 8350
2															



ANEXO D:

GLOSARIO DE TÉRMINOS



ANEXO D: Glosario de términos

Backtesting (prueba de respaldo). Prueba mediante la cual se compara el Valor en Riesgo observado con las pérdidas y/o ganancias reales. Al contarse las observaciones que exceden el Valor en Riesgo se determina así la eficiencia de un modelo.

Catalizador. Una sustancia que ayuda o promueve una reacción química sin formar parte del producto final. Hace que la reacción tenga lugar más rápidamente o a menor temperatura, permanece sin cambio al final de la reacción.

CIF ("Cost, Insurance and Freight", Costo, Seguro y Flete). Es una condición de venta en la que el vendedor entrega la mercancía en el puerto de destino.

Clinker. El producto artificial obtenido por la sinterización de las materias primas y la calcinación que alcanzan composición química necesaria para elaboración de cemento.

Consistencia de un estimador. Un estimador es consistente si se aproxima al valor verdadero a medida que el tamaño de la muestra se hace más grande.

Crudo amargo o pesado. Crudos de petróleo que contienen altos niveles de ácido sulfhídrico o mercaptanos.

Crudo dulce o ligero. Petróleo crudo con proporciones relativamente altas de fracciones ligeras y baja densidad.

Efecto *clustering* en la volatilidad. Se presenta cuando las volatilidades persisten por periodos prolongados antes de disminuir a sus niveles de largo plazo.

Estimador. Regla para combinar datos para producir un valor numérico para un parámetro poblacional; la forma de la regla no depende de la muestra obtenida.

Eficiencia de un estimador. Un estimador es eficiente si para un tamaño de muestra dado, si la varianza de dicho estimador es menor que cualesquier otro estimador.

Error tipo I. Es el que se comete cuando se rechaza H_0 siendo verdadera.

Error Tipo II. Se comete si se acepta H_0 cuando es verdadera H_a .

Estimador insesgado. Estimador cuyo valor esperado (o media de su distribución de muestreo) es iguala su valor poblacional.

FOB (“Free On Board”, Libre a Bordo). Condición de venta en la cual el vendedor entrega la mercancía en el puerto de origen.

Heterocedasticidad. Dispersión desigual. La varianza no es constante, en un modelo se puede descubrir en los términos de error dadas las variables explicativas.

Homocedasticidad. Igual dispersión. La varianza se mantiene constante, en un modelo de regresión esto depende de las variables explicativas.

Media condicional. Es la media de un aserie que depende de sus valores inmediatamente anteriores, es decir una media de corto plazo.

Mercado spot. Mercado cuyos bienes que se negocian en él, están disponibles para entrega inmediata.

Nafta. Un rango de destilados más ligeros que el queroseno utilizado como carga para la producción de gasolina para motores y para la industria química.

Octanaje. Graduación en la gasolina de sus propiedades anti-choques. Proviene de identificar hidrocarburos parafínicos líquidos isoméricos, C_8H_{18} .

Oleoducto. Tubería provista de bombas y otros aparatos para conducir el petróleo a larga distancia.

Parámetro. Valor desconocido que describe una relación poblacional.

Petrolífero. Combustibles derivados de petróleo crudo que se obtienen a través de la refinación.

Poliducto. Ductos de enlace de las refinerías con las terminales de almacenamiento y distribución.

Posición corta. Es la parte que se compromete a comprar un objeto en un contrato.

Posición larga. Es la parte que se compromete a vender el objeto de un contrato.

Pronóstico dinámico. Pronóstico cuyas predicciones se calculan a partir de la primera observación del período de predicción y utilizando valores predichos en el caso de que existan variables retardadas de la endógena.

Pronóstico estático. Método que calcula predicciones una a una a partir de la observación anterior y utilizando valores actuales.

Prueba de stress. Las pruebas stress son un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la medición del riesgo ante sucesos excepcionales, pero plausibles.

Refinería. Dispositivo que puede calentar el petróleo crudo de forma que se separe en sus componentes químicos. Una refinería de petróleo es una planta que convierte el petróleo crudo en muchas fracciones.

Serie estacionaria. El es una serie de datos que tiene media y varianza constante, y además la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia o del rezago entre estos periodos de tiempo y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza.

Serie Invertible. En un modelo de series de tiempo es una serie cuyo proceso tiene coeficientes de los polinomios de retraso tiene raíces que son menores que uno, pues de lo contrario se tendría un proceso autorregresivo explosivo. De igual manera las raíces de los coeficientes del polinomio de medias móviles no deben exceder la unidad.

Sesgo. Diferencia entre el valor esperado y el parámetro poblacional de un estimador.

VaR(“Value at Risk”, Valor en Riesgo). Es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría presentarse en un valor o en un portafolio en intervalo de tiempo con cierto nivel de confianza.

Varianza condicional. Es la varianza de una serie que depende de sus valores inmediatamente anteriores, es decir una varianza de corto plazo que comúnmente se utiliza para evaluar riesgos.

Volatilidad. Es la desviación estándar de la distribución del rendimiento, y es considerado uno de los parámetros críticos en la medición de riesgos.



**ANEXO E:
SIGLAS Y ABREVIATURAS**



ANEXO E: Siglas y abreviaturas.

B o b: barril

DOE: Department of Energy (Departamento de Energía de EUA).

EIA: Energy Information Administration.

EUA: Estados Unidos de América.

GJ: Gigajoule.

GJ: Gigajoule.

Kj: Kilojoule.

M: Megajoule.

MBD: Miles de barriles diarios.

MTA: Miles de toneladas anuales.

OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo.

PEMEX: Petróleos Mexicanos.

PJ: Petajoule.

SE: Secretaría de Economía

SENER: Secretaría de Energía.

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

SNR: Sistema Nacional de Refinación.

T o t: tonelada métrica.

TJ: Terajoule.

US\$/B: Dólares estadounidenses por barril.

US\$/T: Dólares estadounidenses por tonelada.

USD o US\$: Dólares estadounidenses.

VaR: Value at Risk (Valor en Riesgo).



BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía

Bibliografía básica:

- Considine, D.M. (coord.), *Enciclopedia de la energía y tecnología*, México, Publicaciones Marcombo, 1988.
- De Lara Haro, Alfonso, *Medición y control de riesgos financieros*, México, Editorial Limusa y Noriega Editores, 2004.
- Dirección General de Planeación Energética, Secretaría de Energía, *Prospectiva de petrolíferos 2004-2013*, México 2004.
- Dominguez, Lilia y Flor Brown, *Estructuras de mercado de la industria mexicana*, México, Editorial Miguel Angel Porrúa, 2003.
- Fernández, Juan y Néstor Duch, *Economía industrial, un enfoque estratégico*, México, McGraw-Hill, 2003.
- Fleming, Miles, *Introducción al análisis económico*, Barcelona-España, Oikos-tau ediciones, 1972.
- Guerrero, Víctor M., *Análisis estadístico de series de tiempo económicas*, México, Thomson, 2ª edición, 2003.
- Galitz, Lawrence, *Ingeniería financiera*, España, Ediciones Folio, 1994.
- Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, A. C., *Administración integral de riesgos de negocio*, México, 2003.
- Jorion, Philippe, *Valor en riesgo*, México, Editorial Limusa y Noriega Editores, 2004.
- Marín J. y Rubio, G., *Economía financiera*, España, Antoni Bosch editor, 2001.
- Messuti, D. [et al], *Selección de inversiones, introducción a la teoría de la cartera*, Buenos Aires, Ediciones Macchi, 1992.
- Nicholson, Walter, *Teoría microeconómica*, México, McGraw-Hill, 1997.
- Parra Iglesias, Enrique, *Petróleo y gas natural: industria, mercados y precios*, Akal ediciones, Madrid, 2003.
- Pemex, Memoria de Labores (varios años), México.
- Pindyck, R. y D. Rubinfeld, *Econometría: modelos y pronósticos*, México, McGraw-Hill, 4a edición, 1998.
- Pindyck, R. y D. Rubinfeld, *Microeconomía*, México, Prentice Hall, 4a edición, 1998.

- Sánchez Cerón, Carlos, *Valor en Riesgo y otras aproximaciones*, México, Valuación Análisis y Riesgo, S.C., 2001.
- Sánchez Gonzáles, Carlos, *Métodos econométricos*, Barcelona, Editorial Ariel, 1991.
- Soler Ramos, José... [et al.], *Gestión de Riesgos Financieros, un enfoque latinoamericano*, Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, Grupo Santander, 1999.
- Subsecretaría de planeación energética y desarrollo tecnológico, Secretaría de Energía, *Balance nacional de energía 2003*. México 2004.
- Vilariño Sanz, Angel, *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*, España, Prentice Hall, 2001.

Bibliografía complementaria

- Bodie, Zvi y Robert Merton, *Finanzas*. México, Prentice Hall, 1999.
- Canada, John ... [et al], *Análisis de la inversión de capital para ingeniería y administración*, México, Prentice Hall, 1997.
- Koutsoyannis, A., *Microeconomía Moderna*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1985.
- Max, Hermann, *Investigación económica, su metodología y su técnica*, Colombia, Fondo de Cultura Económica, 3a edición, 1997.
- Riggs, James ... [et al.], *Ingeniería económica*, México, Alfaomega, 4a edición, 2002.
- Zalduendo, Eduardo, *Breve historia del pensamiento económico*, Buenos Aires, Ediciones Macchi, 1998.
- Gujarati, Damodar, *Econometría*, México, McGraw-Hill, 4a edición, 2003.

Hemerografía

- Argus Media Limited, "Venezuela strikes at the heart of the fuel grade coke market", *Petroleum coke*, Energy Argus Monthly, Enero 8, 2003.
- Bollerslev, Tim, "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, vol. 31, 1986, pp. 307-327.

- Bolleslev, T. ... [et al.], "ARCH modeling in finance, a review of the theory and empirical evidence", *Journal of Econometrics*, vol. 52, 1992, pp. 5-59.
- Cabedo, J. David e Ismael Moya, "Estimating oil price 'Value at Risk' using the historical simulation approach", *Energy Economics*, vol. 25, No. 3, mayo 2003, pp. 239-253.
- Energy Publishing, LLC's Domestic and International, *Petcoke Report*, varios números.
- Engle, Robert F., "Autoregressive conditional heterocedasticity with estimates of variante of United Kingdom inflation", *Econometrica*, vol. 50, julio 1982, pp 987-1006.
- Giot, Pierre y Sébastien Laurent, "Market risk in commodity markets: a VaR approach", *Energy Economics*, vol. 25, No. 5, septiembre 2003, pp. 435-457.
- López Herrera, Francisco, "Modelado de la volatilidad y pronóstico del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores", *Revista Contaduría y Administración*, No. 213, mayo-agosto 2004, pp. 43-72.
- Platt's, *International Coal Report*, Washington, varios números.
- Yang, C.W... [et al.], "An analysis of factors affecting price volatility of the US oil market", *Energy Economics*, vol. 24, No. 2, marzo 2002, pp. 107-119.

Direcciones de Internet:

- Petroleum Argus. www.petroleumargus.com
- Banco de México. www.banxico.org.mx
- EIA. www.eia.doe.gov
- PEMEX. www.pemex.com
- Platt's. www.platts.com
- SENER. www.energia.gob.mx
- SHCP. www.shcp.gob.mx
- Cámara de diputados. <http://cronica.diputados.gob.mx/>
- Programa Universitario de Energía (UNAM). <http://serpiente.dgsca.unam.mx/pue/>